



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas

**Tecnología RFID aplicada al control de camiones de
carga en el proceso de carguío y transporte en minería**

TESINA

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

AUTORES

Ivonne Verónica SÁNCHEZ CARRILLO

Noemí TOMASTO CONDORI

ASESOR

Luis Ricardo ROIG DEL ALCÁZAR

Lima, Perú

2009



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Sánchez, I. & Tomasto, N. (2009). *Tecnología RFID aplicada al control de camiones de carga en el proceso de carguío y transporte en minería*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Sistemas. Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Este trabajo está dedicado a nuestra familia, especialmente a David y Diana, a nuestros amigos Frank H, Jorge A. y a quienes hicieron posible la realización de nuestra tesina.

Agradecimientos

A Dios, por su infinito amor.

A nuestros padres y hermanos, gracias totales por su apoyo incondicional, a ellos todo nuestro amor.

A Diana, hija y motor de vida.

A los pequeños Abel, Camila, David, Diego, Estefany, Fernando, Katty y Pamela por impulsarnos a lograr nuestros objetivos.

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por habernos acogido en sus aulas

Al Ing. Luis Roig del Alcázar, nuestro asesor, por su gran apoyo y dirección para la elaboración de esta tesina.

A nuestra profesora María Manyari Monteza por su orientación y sabios consejos.

A quienes siempre nos apoyaron y ya no están aquí, nuestro amor infinito.

A todas aquellas persona que sin saberlo contribuyeron en la realización de esta tesina.

Tecnología RFID aplicada al control de camiones de carga en el proceso de carguío y transporte en minería

RESUMEN

El proceso de control es de vital importancia en cualquier organización pues establece medidas para corregir actividades, determina y analiza las causas que pueden originar desviaciones, reduce costos y ahorra tiempo al evitar errores para que no se vuelvan a presentar en el futuro y de este modo mejorar la productividad.

La tecnología de Identificación por Radio Frecuencia RFID es sin duda, una de las tecnologías de comunicación que esta experimentando un crecimiento acelerado y sostenido en los últimos tiempos, brindándonos un abanico de posibilidades entre ellas la lectura a distancia de la información contenida en una etiqueta sin necesidad de contacto físico, junto con la capacidad para realizar escrituras y múltiples lecturas de manera simultánea. Esta tecnología abre la puerta a un conjunto muy extenso de aplicaciones en una gran variedad de ámbitos, desde el control vehicular, la trazabilidad, control de inventario, seguridad en el control de accesos, localización y seguimiento de personas y bienes, etc.

En el presente trabajo de tesina se considera principalmente la aplicación de esta tecnología para resolver la falta de control de los tiempos involucrados en el proceso de carguío y transporte minero de la Consultora y Constructora JLV. Dicho proceso consta actualmente de 02 excavadoras y 06 camiones, en el que existe la ausencia de control sobre la llegada de los camiones a la cola y en la zona de carga, generándose tiempos de espera tanto en los camiones y excavadoras.

Ante esta deficiencia planteamos implementar un sistema informático, que haga posible realizar el control de este proceso en tiempo real apoyados en Tecnología de Identificación por Radio Frecuencia RFID. Los datos obtenidos por los dispositivos RFID alimentarán al sistema para generar reportes, estadísticas e indicativos, que permitan analizar el rendimiento y las deficiencias del entorno para poder optimizar y mejorar la productividad del proceso de carguío y transporte con la información fiable y oportuna.

RFID technology applied to cargo truck's control in loading and transporting mining process

ABSTRACT

The control process is vital to any organization as it establishes measures to correct activities, identifies and analyzes the causes that may cause deviations, reduces costs and saves time by avoiding mistakes which won't affect in the future and thus improve this productivity.

The Radio Frequency Identification RFID technology is with no doubts one of the technologies of communication that is experiencing a fast and sustained growth in recent times, providing a range of possibilities including remote reading of the information contained on a label with no need of physical contact, along with the ability to perform writing and multiple readings simultaneously. This technology opens the door to very extensive applications in a wide variety of activities, from traffic control, traceability, inventory control, security access control, tracking and tracing of people and goods, etc.

In this thesis work is considered primarily the application of this technology to solve the lack of control of the times involved in loading and transportation mining process of the Construction Consultant JLV. This process currently consists of 02 excavators and 06 trucks, which there's absence of control over the arrival of trucks to the queue and loading area thus, a waste of time for both trucks and excavators

Given this inconvenient we propose to implement a computer system that can perform the control of this process in real time in Technology based on Radio Frequency Identification RFID. The data obtained by RFID devices will feed the system to generate reports, statistics and indicators, to analyze the performance and deficiencies of the environment in order to optimize and improve the productivity of the process of loading and transportation with accurate and reliable information.

Indice de Contenidos

Indice de Figuras	XI
Indice de Tablas	XIII
CAPÍTULO 1	
Introducción	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Definición del problema	2
1.3 Perfil de la solución	2
1.4 Objetivos	6
1.5 Justificación	6
1.6 Organización de la Tesina	7
CAPÍTULO 2	
Marco Teórico	8
2.1 Tecnologías de Autoidentificación	8
2.1.1 Bandas Magnéticas	8
2.1.2 Código de Barras	9
2.1.3 Biometría	10
2.1.4 Identificación por Radio Frecuencia	11
2.2 Comparación de diferentes Tecnologías de Autoidentificación	13

2.3 Frecuencias de funcionamiento	14
2.4 Estandarización RFID	16
2.5 Middleware RFID	20
2.6 Teoría de Colas	21
2.6.1 Elementos existentes en un modelo de colas	22
2.6.2 Costos de un sistema de colas	23
2.6.3 Las llegadas a los Sistemas de Cola	24
CAPÍTULO 3	
Estado del Arte	26
3.1 Sistema que establece zona de seguridad usando RFID	26
3.2 Aplicaciones de RFID para en control vehicular	28
3.2.1 Telepeaje	28
3.2.2 Sistema de control para flotas	31
3.3 RFID en la Biblioteca de la Universidad de Lima	33
CAPÍTULO 4	
Diseño de la Solución	35
4.1 Implantación de la solución	35
4.2 Análisis de requisitos de la solución	36
4.2.1 Casos de uso	36
4.2.2 Diagramas de secuencia	39

4.3 Diseño de la arquitectura de la solución	43
4.3.1 Arquitectura	44
4.3.2 Arquitectura de Comunicaciones	46
4.3.3. Arquitectura de Datos	47
4.4 Diseño de Prototipo	48
4.4.1 Usuarios del sistema	48
4.4.2 Módulos del Sistema	48
4.4.2.1 Configuración de dispositivos RFID	48
4.4.2.2 Modulo de Puntos de Control	48
4.4.2.3 Modulo Administrativo	49
4.4.3 Interfaces	51
4.5 Requerimientos para la Construcción	65
4.5.1 Ordenador	65
4.5.2 Tarjeta RFID	65
4.5.3 Lector de RFID	67
4.5.4 Punto de Acceso – Router RFID	68
4.5.5 Software	69
4.5.6. Cronograma de Desarrollo	70
4.5.7 Inversión	71
4.5.8. Políticas	72

CAPÍTULO 5

Conclusiones y trabajos futuros	73
5.1 Conclusiones	73
5.2 Trabajos futuros	74
BIBLIOGRAFIA	75
ANEXOS	
A. Entrevistas	78
B Simulación del proceso de carguío y transporte	82
B.1 Análisis en el turno diurno	83
B.2 Análisis en el turno nocturno	91
C. Casos de Uso para el Módulo Puntos de Control	99
D. Casos de Uso para el Módulo de Consultas	101

Índice de figuras

1.3.1 Proceso de carguío y transporte sin automatizar	4
1.3.2 Fotos del objeto de estudio 1	5
1.3.3 Fotos del objeto de estudio 2	5
2.1.1 Bandas Magnéticas	9
2.1.2 Código de Barras	10
2.1.3 Identificación Biométrica	10
2.1.4.a Tarjeta RFID	11
2.1.4.b Lector RFID	12
2.1.4.c Funcionamiento general de RFID	12
2.5.1 Middleware RFID	20
2.5.2. Middleware según EPC global	21
2.6.1 Elementos de modelo de colas	23
2.6.2 Tasa óptima de servicio	23
2.6.3.a Distribución Exponencial	24
2.6.3.b Distribución Poisson	25
3.1.1 Maquinaria minera de Votorantim Metais	26
3.1.2 Cascos con TAGs para ser reconocidos en zona de peligro	27
3.2.1.a Fotografía de control de peaje	28
3.2.1.b Mapa de autopistas de la red de Buenos Aires	30

3.2.2 Fotografía del sistema para control de flotas	31
3.3. RFID en la Biblioteca de la Universidad de Lima	33
4.1 Entradas, Proceso y Salida de la Solución	35
4.2.1.a Diagrama de Caso de Uso de Módulo Puntos de Control	37
4.2.1.b Diagrama de Caso de Uso de Módulo Administrativo	38
4.2.2.a: Diagrama de secuencia Módulo Puntos de Control	39
4.2.2.b: Diagrama de secuencia Autenticación de Usuario	39
4.2.2.c: Diagrama de secuencia Crear Usuario	40
4.2.2.d: Diagrama de secuencia Modificar Usuario	40
4.2.2.e: Diagrama de secuencia Eliminar Usuario	41
4.2.2.f: Diagrama de secuencia Procesar Datos	41
4.2.2.g: Diagrama de secuencia Generar Datos	42
4.2.2.h: Diagrama de secuencia Realizar Comparaciones	42
4.3 Arquitectura general del sistema	44
4.3.1.a Arquitectura Lógica del Sistema	45
4.3.1.b Arquitectura Física del Sistema	45
4.3.2 Conectividad de los componentes del sistema	46
4.3.3 Diagrama Entidad-Relación	47
4.4.2.2 Diagrama de bloques del Módulo Puntos de Control	49
4.4.3.1.a Interfaz de Acceso al sistema	51
4.4.3.1.b Menú Principal	52

4.4.3.2.a Gestión de Usuario	53
4.4.3.2.b Registro de Usuarios	54
4.4.3.2.c Editar Usuarios	55
4.4.3.3.a Procesar Datos	56
4.4.3.3.b Datos recibidos	56
4.4.3.3.c Ciclo limpio	57
4.4.3.3.d Análisis de la zona de carguío	57
4.4.3.4.a Estadísticas	58
4.4.3.4.b Reporte	59
4.4.3.5.a Tipos de comparación	60
4.4.3.5.b Comparación por intervalo	61
4.4.3.5.c Comparación por mes.	61
4.4.3.5.d Datos estadísticos por mes	62
4.4.3.5.e Rendimiento de pala por mes	62
4.4.3.5.f Camiones por hora en un mes	63
4.4.3.5.g Promedio de carga en un mes	63
4.4.3.5.h Comparación por día	64
4.4.3.5.i Comparación de carguío por día	64
4.5.2 Tarjeta RFID Cargo Symbol de Motorola	66
4.5.3 Lector RFID Symbol Technologies RD5000	67
4.5.4 Access Point Symbol AP 5181	68

Indice de tablas

2.2 Comparación de tecnologías de autoidentificación	13
2.3 Distribución convencional del espectro radioeléctrico	15
2.4.1 Normas RFID que se aplican a frecuencia del espectro	18
2.4.2 Principales estándares RFID	19
3.2.2 Empresas en Sudamérica que usan el sistema de control para flotas	32
4.5.1 Características del ordenador	65
4.5.2 Características de Tarjeta RFID Cargo Symbol de Motorola	66
4.5.3 Características del Lector RFID Symbol Technologies RD5000	68
4.5.6 Cronograma de desarrollo	71
4.5.7 Inversión de desarrollo	72

Capítulo 1. Introducción

En nuestro país, la minería constituye una de las principales actividades económicas, a fines del 2008 representó el 7.9% del PBI, actualmente es el mayor productor mundial de plata y un importante productor de cobre, oro y zinc, se estima que la inversiones mineras ascenderían a US\$2.780 millones este año, casi el doble de los US\$1.400 millones informados el 2008.

Uno de los procesos que se definen dentro de una faena minera es el de carguío y transporte, que es el responsable del movimiento del mineral o estéril que ha sido fragmentado en un proceso de tronadura hacia los posibles destinos, ya sea el chancado, stock de mineral o botaderos de estéril.

Nuestro caso de estudio presenta una deficiencia en el control del proceso de carguío y transporte, la llegada de los camiones a la zona de carguío no es debidamente controlada, se generan colas, camiones que se pierden en el recorrido y también el tiempo de espera de la pala. Esta ausencia de control automatizado podría ser resuelto utilizando diversas tecnologías de autoidentificación como por ejemplo bandas magnéticas, códigos de barra, biometría e identificación por radio frecuencia conocida como RFID.

La tecnología RFID está revolucionando la vida actual, cobrando una gran notoriedad debido a las ventajas que ofrece frente a otras tecnologías de autoidentificación. Debido a los avances tecnológicos hoy podemos encontrar en el mercado dispositivos de mayor capacidad y mejores precios. Esta tecnología es posible aplicarla en múltiples casos, como en el proceso control de carguío y transporte.

1.1 Antecedentes

El control es relevante en cualquier proceso de transporte. A la fecha la empresa JLV Ingenieros viene realizando de manera manual el control del proceso de carguío y transporte, la toma de datos por parte del operador no resulta fiable, presentando errores, olvidos o alteraciones de los mismos.

El número de camiones asignado a un circuito se determina en base al valor central de las mediciones anteriores el cual involucra todos los errores cometidos, aceptando así que las colas en la zona de carga son naturales.

Ante esta situación se plantea una solución informática que haciendo uso de la tecnología RFID¹ nos permita llevar un control automatizado para obtener indicativos que contribuyan a la optimización del proceso.

1.2 Definición del Problema

Ausencia de un adecuado control de los tiempos involucrados en el proceso de carguío y transporte dentro del ámbito minero, tales como tiempo de carga de los camiones, tiempos de espera de los camiones en cola, ciclo limpio², tiempo de espera de la excavadora o pala; necesarios para optimizar la gestión.

1.3 Perfil de la Solución

Ante este problema se optó por la realización de un sistema de control basado en tecnología RFID¹ que además de realizar el control pueda generar reportes y estadísticas requeridas, que apoyen a la toma de decisiones y que contribuyan a la memoria de la empresa, optimizando tiempos e incrementando la productividad.

El caso de estudio consta de dos excavadoras y de seis camiones, que trabajan en dos turnos, no siempre es requerido el uso de ambas excavadoras ni del total de camiones, esto según criterio de los encargados de campo. El costo por hora de un

¹ RFID: Identificación por radio frecuencia.

² Ciclo limpio: Tiempo que toma a los camiones completar el circuito desde que terminan de ser cargados hasta que retornan a la cola.

camión de 25 toneladas es de 35 USD y el de la excavadora es de 100 USD la hora. Para determinar el número apropiado de camiones para reducir los tiempos de espera, se realizó una simulación haciendo uso del programa WinQSB¹

El uso de tecnología RFID² se ajusta al medio en el cual se realiza el proceso de carguío y transporte. Las tarjetas RFID² no necesitan contacto físico con el lector, por lo que usaremos lectores RFID² que envían los datos inalámbricamente, los cuales llegarán a un router inalámbrico con tecnología RFID².

A continuación se muestran figuras las cuales nos ayudarán a tener una idea mas clara de lo explicado.

En la figura 1.3.1 se muestra el proceso no automatizado de carguío y transporte.

En las figuras 1.3.2 y 1.3.3 se muestran fotografías en la zona de carga.

¹ WinQSB: Programa interactivo de ayuda a la toma de decisiones.

² RFID: Identificación por radio frecuencia.

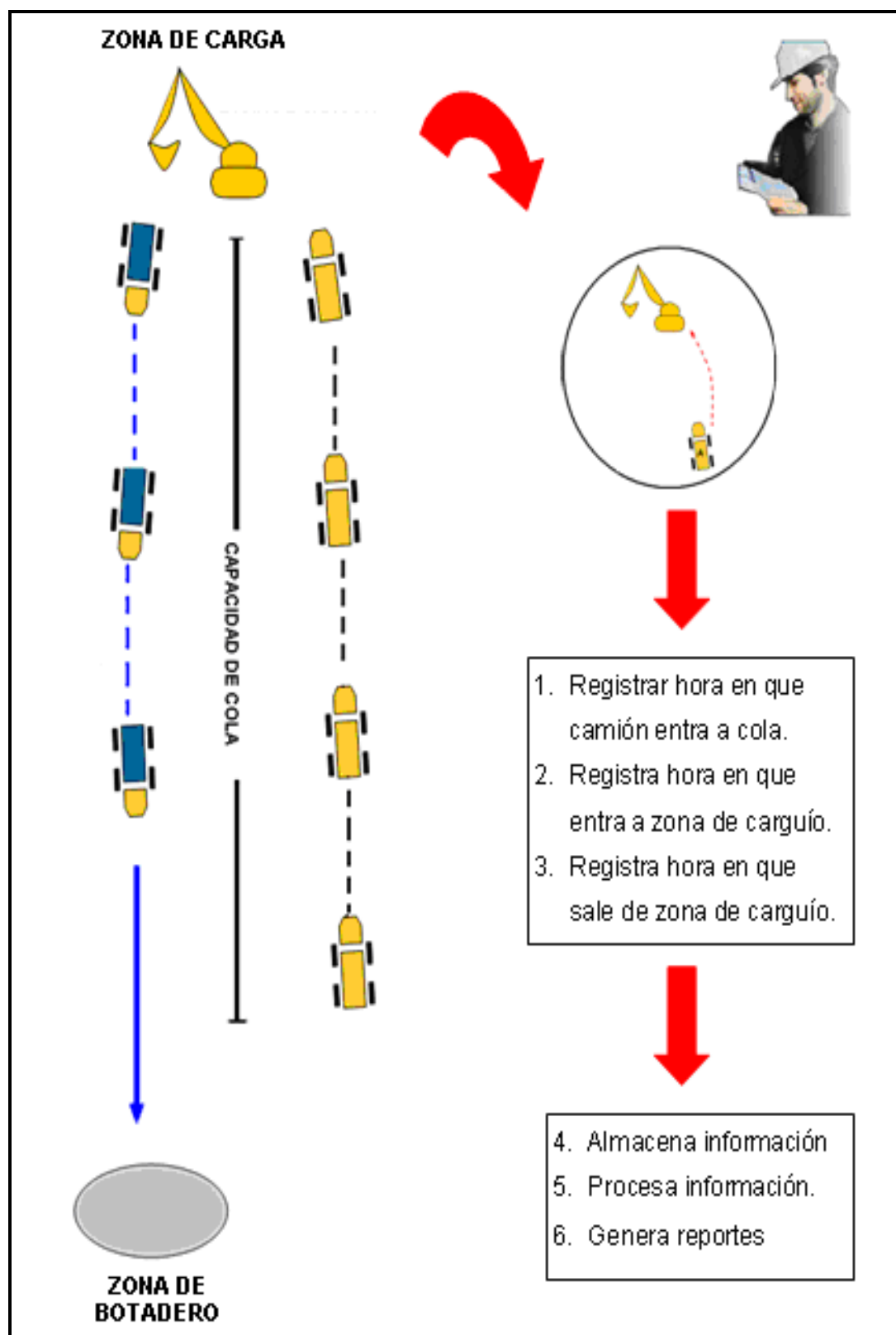


Figura 1.3.1 Proceso de carguío y transporte sin automatizar

Fotos del objeto de estudio (Empresa JLV)



Figura 1.3.2: Un punto de carga y una cola de cinco camiones en espera



Figura 1.3.3: Dos puntos de carga. El costo por hora de un camión de 25 toneladas es de 35 USD y el de la excavadora es de 100 USD la hora

En el anexo A se muestra las entrevistas realizadas a Gerentes y Jefes que laboran en el ámbito minero.

1.4 Objetivos

General:

- Optimizar los tiempos involucrados en un proceso de carguío y transporte dentro del ámbito minero a través de un sistema de información basado en tecnología RFID¹, permitiendo reducir costos asociados en dicho proceso e incrementar la producción.

Específicos:

- Prototipar un sistema de información en entorno Web, basado en modelos de simulación.
- Simulación de datos de la cola.
- Establecimiento del uso de dispositivos RFID¹ para el control e identificación de los camiones.

1.5 Justificación

La tecnología RFID¹ se halla inmersa en una continua evolución, posicionándose con mayor fuerza y mejora de prestaciones, lo cual se hace cada vez más evidente por el creciente incremento de publicaciones, patentes y aplicaciones en diferentes áreas organizacionales o empresariales que conllevan a la reducción de costos haciendo posible que más empresas y organizaciones líderes en sus sectores opten por el uso de RFID¹ en sus sistemas productivos, provocando así que proveedores y empresas clientes adopten el uso de esta tecnología como medio obligado para seguir siendo competitivos en sus respectivos sectores.

Los dispositivos RFID¹ evolucionan rápidamente, las tarjetas son cada vez más pequeñas y su capacidad de almacenamiento continúa en crecimiento, las antenas son cada vez mas potentes y eficientes permitiendo alcanzar rangos de cobertura mayores, posibilitando la innovación y creación de nuevas aplicaciones.

¹ RFID: Identificación por radio frecuencia.

La implantación de sistemas de RFID¹, se relacionan principalmente a las actividades de logística, distribución, control de personal y acceso a zonas restringidas entre otros. Estos casos de éxito nos permiten considerar a esta tecnología como parte elemental de nuestra solución para el control de los vehículos de transporte y carga en minería.

1.6 Organización de la Tesina

El contenido de esta tesina está organizado de la siguiente manera:

Capítulo 2

En este capítulo desarrollaremos el marco teórico, se definirán las diferentes tecnologías existentes para la autoidentificación, como son: código de barras, dispositivos biométricos, tarjetas magnéticas y especialmente la tecnología RFID¹, definiendo sus conceptos, componentes estándares y frecuencias; además estudiaremos la cola FIFO² generada por los camiones que llegan a la zona de carga, haremos uso del programa WinQSB³ para la simulación.

Capítulo 3

En este capítulo presentaremos el estado del arte con algunos casos de éxito que hacen uso de la tecnología RFID¹, orientadas principalmente al control vehicular y al control de zonas restringidas o de peligro.

Capítulo 4

Explicaremos el diseño de la solución, dentro el cual veremos sus componentes físicos, arquitectura del sistema, componentes del software y sus respectivas funcionalidades.

Capítulo 5

Presentaremos las conclusiones de la tesina y realizaremos la propuesta de algunos trabajos futuros.

¹ RFID: Identificación por radio frecuencia

² FIFO: First In, First Out (primero en entrar, primero en salir)

³ WinQSB: Programa interactivo de ayuda a la toma de decisiones.

Capítulo 2. Marco Teórico

2.1 Tecnologías de Autoidentificación

Actualmente disponemos de un amplio mercado de tecnologías para la identificación de objetos y seres vivos. El código de barras está implantado masivamente de forma global, en los próximos años estará siendo sustituido por RFID¹, la cual es una tecnología de captura de datos, que utiliza etiquetas dotadas de un microchip y un circuito impreso a modo de antena, capaces de emitir una serie de dígitos a través de ondas de radio, a diferencia del actual sistema de leer las etiqueta de código de barras ante un lector.

El control de acceso haciendo uso de la tecnología de identificación presenta una variedad de opciones como bandas magnéticas, código de barras, biometría y RFID¹, que a continuación detallamos.

2.1.1 Bandas magnéticas

Generalmente en forma de tarjetas, la banda magnética casi siempre se ubica en la cara posterior de la tarjeta y está hecha de un material magnético similar a los usados para cintas de audio y video. La información es magnéticamente codificada en la banda, posee un código para identificarlas rápidamente. Algunos usos que se les da a estas tarjetas son:

- Tarjeta de crédito y de débito ya comentadas.
- En cerraduras electrónicas.
- Cajas fuertes.
- Vale como pago de un servicio. Dispensación de agua, tiempo de juego en una máquina, hasta para pagar un viaje de colectivo o un pago en línea.

En la figura 2.1.1 se muestran algunas bandas magnéticas.

¹ RFID: Identificación por radio frecuencia.



Figura 2.1.1 Bandas Magnéticas

2.1.2. Código de Barras

El código de barras [1, p.30] es un código basado en la representación mediante un conjunto de líneas paralelas verticales de distinto grosor y espaciado que en su conjunto contienen una determinada información.

La información se procesa y almacena con base en un sistema digital binario donde todo se resume a sucesiones de unos y ceros. La memoria y central de decisiones lógicas es un computador electrónico del tipo estándar.

Las impresiones de código de barra son leídas con un scanner (unidad de rastreo), el cual mide la luz reflejada e interpreta la clave en números y letras para luego alimentar esta información a otros sistemas.

Nomenclatura básica

- **Módulo:** Es la unidad mínima o básica de un código. Las barras y espacios están formados por un conjunto de módulos.
- **Barra:** El elemento (oscuro) dentro del código. Se hace corresponder con el valor binario 1.
- **Espacio:** El elemento (claro) dentro del código. Se hace corresponder con el valor binario 0.
- **Carácter:** Formado por barras y espacios. Normalmente se corresponde con un carácter alfanumérico

En la figura 2.1.2 se muestran los componentes del código de barras.

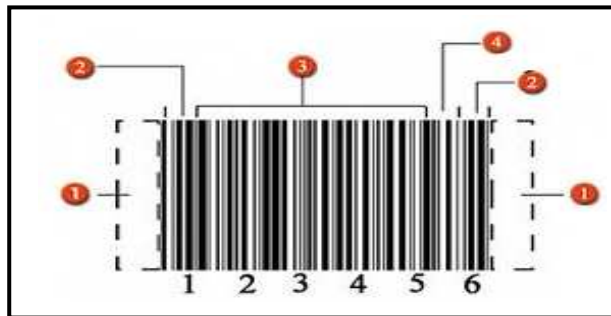


Figura 2.1.2 Código de Barras

1: zona libre

3: caracteres de datos

2: carácter de inicio / terminación

4: cheksum o zona de control

2.1.3. Biometría [2, p.4]

La biometría es el estudio de métodos automáticos para el reconocimiento único de humanos basados en uno o más rasgos conductuales o físicos intrínsecos. El término se deriva de las palabras griegas "bios" de vida y "metron" de medida.

La "biometría informática" es la aplicación de técnicas matemáticas y estadísticas sobre los rasgos físicos o de conducta de un individuo, para "verificar" identidades o para "identificar" individuos.

Algunas de las técnicas biométricas que existen son: Reconocimiento de iris, Reflexión retinal, Geometría de la mano, Geometría facial, Termografía mano, facial, Huellas dactilares, Patrón de la voz.



Figura 2.1.3 Identificación Biométrica

2.1.4 Identificación por Radio Frecuencia: RFID

Es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos que usa dispositivos denominados tarjetas [2], etiquetas, transpondedores o TAGs RFID. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto (con un número de serie único) mediante ondas de radio. Un sistema RFID consta de los siguientes tres componentes:

Etiqueta RFID TAG: Es también denominada transponedor, compuesta por una antena, un transductor de radio y un material encapsulado o chip. El propósito de la antena es permitirle al chip transmitir la información de identificación de la tarjeta. Existen varios tipos de tarjetas. El chip posee una memoria interna con una capacidad que depende del modelo y varía de una decena a millares de bytes. Existen varios tipos de memoria:

- *Solo lectura:* el código de identificación que contiene es único y es personalizado durante la fabricación de la etiqueta.
- *De lectura y escritura:* la información de identificación puede ser modificada por el lector.
- *Anticolisión.* Se trata de etiquetas especiales que permiten que un lector identifique varios TAGs al mismo tiempo (habitualmente las etiquetas deben entrar una a una en la zona de cobertura del lector).

En la figura 2.1.4.a se muestran los componentes de un TAG.

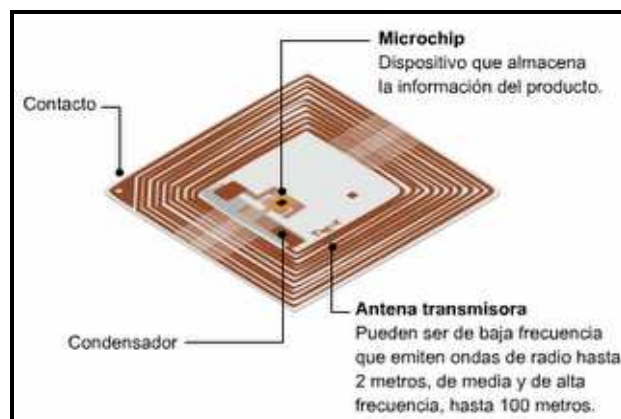


Figura 2.1.4.a Tarjeta RFID

Lector de RFID [4, P.6] También llamado transceptor, es un dispositivo que puede leer y escribir hacia las tarjetas RFID¹ compatibles. Esta compuesto por una antena, un transceptor y un decodificador. El lector emite ondas de radio frecuencia con alcances variados dependiendo del lector y del TAG². Cuando el TAG² pasa a través de la zona del campo electromagnético, es detectada la señal de activación del lector. El lector decodifica los datos codificados en el circuito integrado del TAG² y los datos son enviados al subsistema de procesamiento de datos alojado en el computador.



Figura 2.1.4.b Lector RFID¹

Computador: En el cual se encuentra el software de control y la base de datos.

En la figura 2.1.4.c se muestra el funcionamiento general de la tecnología RFID¹

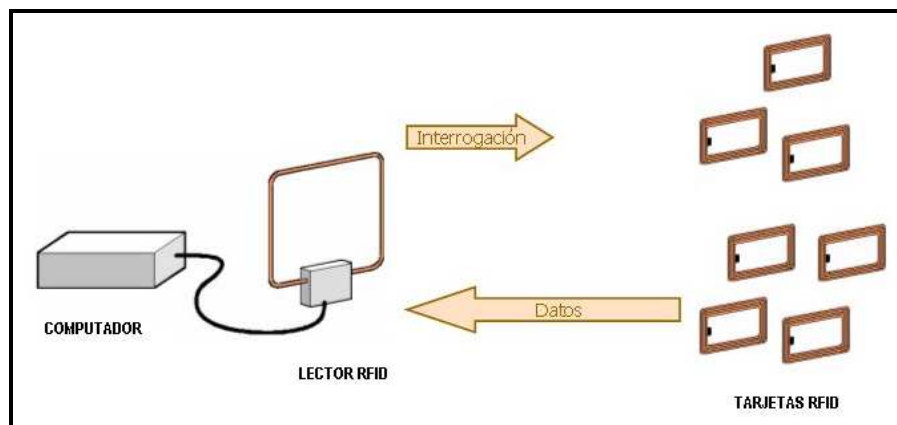


Figura 2.1.4.c Funcionamiento general de RFID¹

¹ RFID: Identificación por radio frecuencia.

² TAG: Tarjeta RFID.

2.2. Comparación de diferentes Tecnologías de Autoidentificación

En tabla 2.2 se realiza una comparación entre las principales tecnologías de autoidentificación existentes en el mercado [2].

	Banda Magnética	Código de Barras	Sistemas Biométricos	RFID Pasivo	RFID Activo
Modificación de Datos	Modificable	No modificable	No modificable	Modificable	Modificable
Seguridad de datos	Media	Mínima	Alta	Variable (baja a alta)	Alta
Almacenamiento	Hasta 128 bytes	Lineal: 8-30 caracteres. 2D: Hasta 7200 dígitos	No aplica	Hasta 64 kb	Alrededor de 8 Mb
Costo	Medio-bajo	Bajo	Alto	Medio (Unos 0.5 \$ por TAG)	Muy alto (alrededor de 5 \$ por TAG)
Estándares	Estables	Estables	No Estándar	Con estándares en fase de implantación	Propietario y estándares abiertos
Tiempo de vida	Mediano	Corto	Indefinido	Indefinido	3-5 años (Tiempo de vida de la batería)
Distancia de lectura	Requiere contacto	Línea de vista (hasta 1.5m)	En función al biométrico	No requiere línea de vista ni contacto hasta 10m	No requiere línea de vista ni contacto hasta 100m. y mayores
Interferencia potencial	Bloqueo de contacto	Cualquier modificación en las barras y objetos entre el código y el lector	Puede ser bloqueo del contacto, línea de vista, incluso el ruido	Sin barreras aunque puede haber ambientes o campos que afecten la transmisión de RF	Interferencia limitada, debido a la gran potencia de transmisión

Tabla 2.2: Comparación de tecnologías de autoidentificación

2.3 Frecuencias de funcionamiento RFID

La comunicación entre una etiqueta RFID y un lector ocurren a partir de ondas, estas pueden ser transmitidas en varias frecuencias que tienen propiedades diferentes dependiendo del medio ambiente.

El lector RFID opera en las siguientes frecuencias [5, P.2]

- 125 KHz (Baja frecuencia - LF)
- 13.56 MHz (Alta frecuencia - HF)
- 860-960 MHz (Ultra frecuencia - UHF)
- 2.45 GHz ó 5,8 GHz (Muy alta frecuencia - VHF)

La física pura define las diferencias entre estas frecuencias que resultan en que no hay una única frecuencia que permita cubrir todas las soluciones.

UHF tiene mayor alcance y velocidad de lectura pero en presencia de metales o materiales orgánicos su desempeño podría caer según sea el tipo de tarjeta usada; en la actualidad están surgiendo tarjetas que están superando estas limitaciones, como es el caso de XCTF-5040 de Invengo y Cargo TAG Symbol de Motorola.

LF por otro lado tiene menor alcance de lectura y menor velocidad de lectura, pero excelente desempeño en presencia de metales y materiales orgánicos.

En la tabla 2.3 se muestra la distribución convencional del espectro radioeléctrico

DISTRIBUCIÓN CONVENCIONAL DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO					
SIGLA	DENOMINACIÓN	LONGITUD DE ONDA	FRECUENCIA	CARACTERÍSTICAS	USO TÍPICO
VLF	VERY LOW FRECUENCIES Frecuencias muy bajas	30.000 m a 10.000 m	10 Khz a 30 Khz	Propagación por onda de tierra, atenuación débil. Características estables	Enlaces de radio a gran distancia
LF	LOW FRECUENCIES Frecuencias bajas	10.000 m. a 1.000 m.	30 Khz a 300 Khz	Similar a la anterior, pero de características menos estables.	Enlaces de radio a gran distancia, ayuda a la navegación aérea y marítima.
MF	MEDIUM FRECUENCIES Frecuencias medias	1.000 m. a 100 m.	300 Khz a 3 MHz	Similar a la precedente pero con una absorción elevada durante el día. Propagación ionosférica durante la noche	Radio difusión
HF	HIGH FRECUENCIES Frecuencias altas	100 m. a 10 m.	3 MHz a 30 MHz	Propagación prevalentemente ionosférica con fuertes variaciones estacionales y en las diferentes horas del día y de la noche.	Comunicaciones de todo tipo a media y larga distancia
VHF	VERY HIGH FRECUENCIES Frecuencias muy altas	10 m. a 1 m.	30 MHz a 300 MHz	Prevalentemente propagación directa, esporádicamente propagación ionosférica o Troposférica.	Enlaces de radio a corta distancia, televisión, frecuencia modulada
UHF	ULTRA HIGH FRECUENCIES Frecuencias ultra altas	1 m. a 10 cm.	de 300 MHz a 3 GHz	Exclusivamente propagación directa, posibilidad de enlaces por reflexión o a través de satélites artificiales	Enlaces de radio, Radar, Ayuda a la navegación aérea, Televisión
SHF	SUPER HIGH FRECUENCIES Frecuencias superaltas	10 cm. a 1 cm	de 3 GHz a 30 GHz	Como la precedente	Radar, Enlaces de radio
EHF	EXTRA HIGH FRECUENCIES Frecuencias extraaltas	1 cm. a 1 mm.	30 GHz a 300 GHz	Como la precedente	Como la precedente

Tabla 2.3 Distribución convencional del espectro radioeléctrico

2.4 Estandarización RFID¹

Actualmente existen estándares establecidos, algunos relativamente nuevos y muchas otras propuestas que se ocupan de la tecnología RFID.¹

Los estándares nos permiten asegurar:

- Interoperabilidad entre proveedores de soluciones.
- Implementación sin sobresaltos en cadenas de abastecimiento abiertas.
- Reducción de costos debido a una mayor competencia y mayores volúmenes.
- Menor dependencia en proveedores al asegurarse la existencia de proveedores alternativos.
- Crecimiento del mercado.

Estos estándares son aplicables a:

- Formato y contenido de la codificación de las etiquetas.
- Protocolos y frecuencias utilizados por los lectores y las etiquetas.
- Métodos para reforzar la seguridad y resistencia.
- Arquitectura de red-software y middleware.

Los estándares de RFID¹ abordan cuatro áreas fundamentales:

- **Protocolo en el interfaz aéreo:** Especifica el modo en el que etiquetas RFID y lectores se comunican mediante radiofrecuencia.
- **Contenido de los datos:** Especifica el formato y semántica de los datos que se comunican entre etiquetas y lectores.
- **Certificación:** Pruebas que los productos deben cumplir para garantizar que cumplen los estándares y pueden interoperar con otros dispositivos de distintos fabricantes.
- **Aplicaciones:** Como se utilizan las normas y los sistemas RFID¹ en las diferentes áreas.

¹ RFID: Identificación por radio frecuencia.

Como en otras áreas tecnológicas, la estandarización en el campo de RFID¹ se caracteriza por la existencia de varios grupos de especificaciones competidoras entre ellos está ISO y EPC.

ISO (International Organization for Standardization): La Organización Internacional de Normalización ha desarrollado estándares de RFID¹ para la identificación automática y la gestión de objetos. Existen varios estándares relacionados, como ISO 10536, ISO 14443 e ISO 15693, entre otras, pero la serie de estándares estrictamente relacionada con las RFID¹ y las frecuencias empleadas en dichos sistemas a nivel mundial es la serie 18000 la cual tiene siete partes y son:

18000-1: Parámetros genéricos para interfaces aéreas y las frecuencias globalmente aceptadas. [6]

18000-2: Interfaz aérea para 135 KHz.

18000-3: Interfaz aérea para 13,56 MHz.

18000-4: Interfaz aérea para 2,45 GHz.

18000-5: Interfaz aérea para 5,8 GHz.

18000-6: Interfaz aérea de 860 MHz a 930 MHz. [7]

18000-7: Interfaz aérea en 433,92 MHz.

La tabla que se presenta a continuación muestra las normas RFID¹ ISO Y EPC² global, las cuales comparten el objetivo de conseguir etiquetas de bajo coste que operen en UHF.

¹ RFID: Identificación por radio frecuencia.

² EPC: Electronic Product Code.

Normas RFID que se aplican a Frecuencia					
	Frecuencia del espectro				
	LF	HF	HF	UHF	UHF
	125/134.2 Khz.	13,56 MHz+/- 7 Khz	433 MHz	860-960MHz	2,45 GHz
ISO	ISO 11784	ISO / IEC 14443		ISO 18000-6A	ISO 18000-4
	ISO / IEC 18000-2A	ISO / IEC 15693	ISO 18000-7	ISO 18000-6B	ISO / IEC 24730-2
	ISO / IEC 18000-2B	ISO 18000-3		ISO 18000-6C	
EPC global				Clase 0 Clase 1 Clase 1 Gen 2	

Tabla 2.4.1 Normas RFID que se aplican a frecuencia del espectro

EPC (Electronic Product Code): Es el estándar mundial de codificación única mediante tecnología RFID.¹ El sistema EPC permite identificar de manera única e inequívoca un artículo en cualquier parte del mundo, mediante la lectura con dispositivos de identificación por radiofrecuencia RFID¹.

Los estándares EPC para etiquetas son de dos clases:

- Clase 0: Etiqueta simple, pasiva, de sólo lectura con una memoria no volátil programable una sola vez.
- Clase 1: Etiqueta de sólo lectura, pasiva, reprogramable.

Las clases no son interoperables y además son incompatibles con los estándares de ISO. Por lo que EPC global ha desarrollado una generación de estándares denominada Gen2, con el objetivo de conseguir interoperabilidad con los estándares de ISO. El estándar EPC Gen2 es la abreviatura de “EPC global UHF Generation 2” [8]

¹ RFID: Identificación por radio frecuencia

En de julio del 2006 ISO¹ realizó la incorporación de EPC²global Class 1 Generation 2 en su protocolo de interfaz de ISO / IEC 18000-6 Enmienda 1 como del tipo C en UHF RFID. La publicación de esta enmienda a la norma ISO / IEC 18000-6 dió a la EPC global Gen 2 UHF especificación mundial.

EPC²global Gen 2 es un elemento fundamental para la creación de interfaces y protocolos estándar para impulsar el desarrollo de nuevos productos de hardware de identificación por radiofrecuencia RFID para proporcionar visibilidad de información a través de las cadenas de suministro.

En la siguiente tabla se muestran los principales estándares RFID.

Clase 0	Clase 1	Generación 2
Pasivos	Pasivos	Una sola frecuencia
Programados desde fabrica	UHF 860 –930 MHz	UHF 860 –930 MHz
Solo lectura	HF 13.56MHz	96, 256 Bits
Frecuencia 900MHz -HF	Pueden ser regrabados	Acceso –Password
	De 64 o 96 Bits	Borrado
		Corrección de errores
		De uso libre
		Lectura lenta o rápida según la necesidad
		Reescribibles

Tabla 2.4.2 Principales estándares RFID

¹ ISO: Organización Internacional de Normalización.

² EPC: Electronic Product Code.

2.5 Middleware RFID

El middleware para identificación por radiofrecuencia RFID, es la plataforma existente entre los lectores de TAGs¹ y los sistemas de gestión empresariales para trabajar, gobernar y enviar los datos captados por el hardware RFID.

En la figura 2.5.1 se representa al middleware RFID.

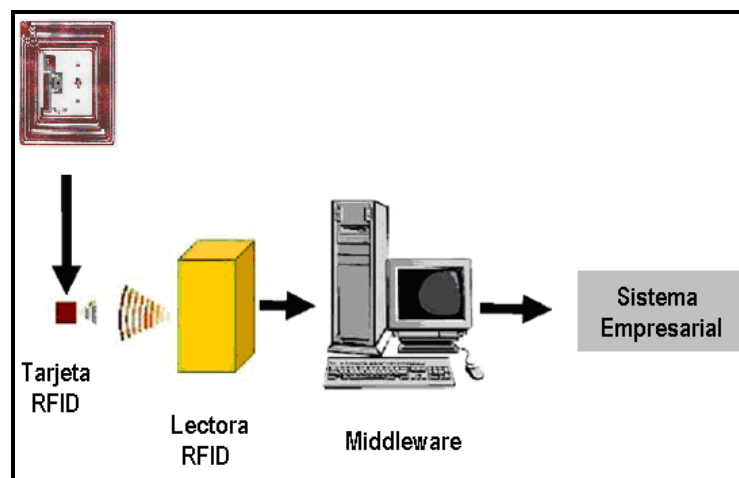


Figura 2.5.1 Middleware RFID.

A diferencia del middleware clásico, el middleware RFID trabaja en un extremo de la red y mueve los datos en el mismo punto de las transacciones. Las funciones básicas del middleware RFID son la monitorización, la gestión de los datos y de los dispositivos. De hecho, extrae los datos del lector, los filtra, agrega la información y los dirige al sistema de gestión; este sistema de gestión puede ser un ERP² o cualquier tipo de aplicación vertical (sistema de producción, almacén, etc.)

EPC³ global presenta una opción globalizada para la estructura que debería tener un middleware RFID. Esta opción ha sido comúnmente aceptada y es la forma como debe estructurarse un middleware RFID para que un sistema de identificación de productos a través de dicha tecnología, tenga los resultados deseados.

¹ TAG: Tarjeta RFID.

² ERP: Sistemas de planificación de recursos empresariales.

³ EPC: Electronic Product Code.

EPC¹ global definió protocolos de comunicación entre las diferentes capas y a varios niveles que aunque no es un imperativo legal, si es un sistema comúnmente aceptado en el mundo empresarial para poder intercambiar la información a lo largo de la cadena de suministro.

La figura 2.5.2 muestra la estructura middleware según EPC global

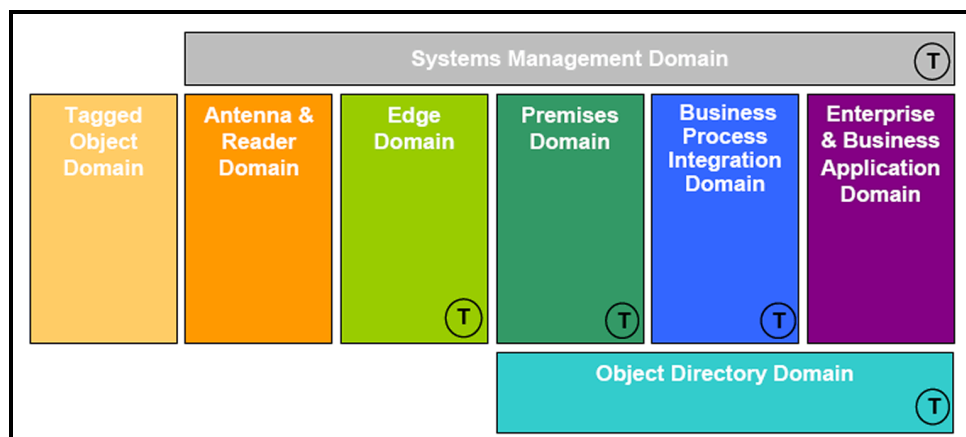


Figura 2.5.2 Middleware según EPC¹ Global

2.6 Teoría de Colas

Parte de nuestro trabajo de investigación está involucrado con la cola que realizan los camiones en la zona de carguío y las variables que ésta involucra, por lo que en este capítulo realizaremos un breve marco conceptual respecto a la teoría de colas.

La teoría de colas es una colección de modelos matemáticos que describen sistemas de línea de espera particulares o sistemas de colas. Esta se presenta, cuando los clientes llegan a un lugar demandando un servicio a un servidor, el cual tiene una cierta capacidad de atención. Si el servidor no está disponible inmediatamente y el cliente decide esperar, entonces se forma la línea de espera.

El estudio de las líneas de espera trata de cuantificar el fenómeno de esperar formando colas, mediante medidas representativas de eficiencia, como la longitud promedio de la cola, el tiempo promedio de espera en ella, y la utilización promedio de las instalaciones. [9, p.579]

¹ EPC: Electronic Product Code.

2.6.1 Elementos en un modelo de colas

Los elementos existentes en un modelo de colas son:

Fuente de entrada o población potencial.

Es un conjunto de individuos (no necesariamente seres vivos) que pueden llegar a solicitar el servicio en cuestión. Podemos considerarla finita o infinita.

Cliente.

Es todo individuo de la población potencial que solicita servicio. Suponiendo que los tiempos de llegada de clientes consecutivos son $0 < t_1 < t_2 < \dots$, será importante conocer el patrón de probabilidad según el cual la fuente de entrada genera clientes.

Capacidad de la cola.

Es el máximo número de clientes que pueden estar haciendo cola (antes de comenzar a ser servidos). De nuevo, puede suponerse finita o infinita.

Disciplina de la cola.

Es el modo en el que los clientes son seleccionados para ser servidos. Las disciplinas más habituales son:

- La disciplina FIFO, por sus iniciales en inglés first in first out, también llamada FCFS (first come first served): según la cual se atiende primero al cliente que antes haya llegado.
- La disciplina LIFO, por sus iniciales en inglés last in first out, también conocida como LCFS (last come first served) o pila: que consiste en atender primero al cliente que ha llegado el último.
- La RSS, por sus iniciales en inglés random selection of service, o SIRO (service in random order), que selecciona a los clientes de forma aleatoria.

Mecanismo de servicio

Es el procedimiento por el cual se da servicio a los clientes que lo solicitan. Para determinar totalmente el mecanismo de servicio se debe conocer el número de servidores de dicho mecanismo (si dicho número fuese aleatorio, se deberá conocer la distribución de probabilidad del mismo) y la distribución de probabilidad del tiempo que le lleva a cada servidor dar un servicio.

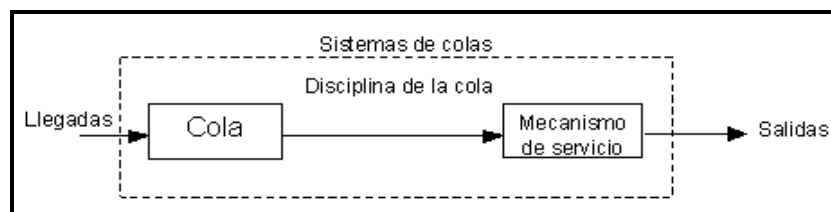


Figura 2.6.1 Elementos de modelo de colas

2.6.2 Costos de un sistema de colas

- **Costo de espera:** Es el costo que le significa al cliente esperar, representa el costo de oportunidad del tiempo perdido. Un sistema con un bajo costo de espera es una fuente importante de competitividad.
- **Costo de servicio:** Es el costo de operación del servicio brindado, es mas fácil de estimar. El objetivo de un sistema de colas es encontrar el sistema del costo total mínimo.

En la siguiente figura se aprecia la tasa óptima del servicio de los costos frente a tasa de servicio.

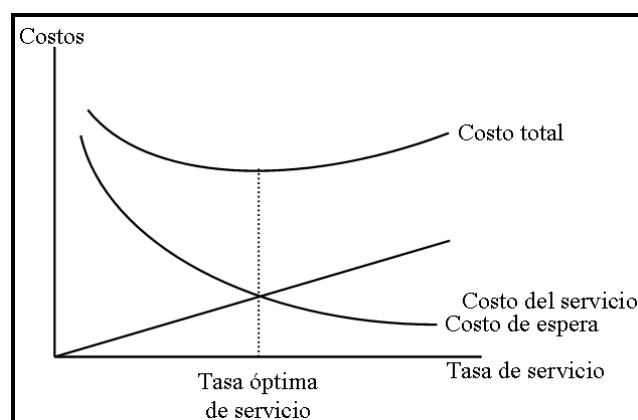


Figura 2 6.2 Tasa óptima de servicio

2.6.3 Las Llegadas a los Sistemas de Cola

El tiempo que transcurre entre dos llegadas sucesivas en el sistema de colas se llama tiempo entre llegadas, este tiende a ser muy variable. Al número esperado de llegadas por unidad de tiempo se llama tasa media de llegadas (λ), el tiempo esperado entre llegadas es $1/\lambda$.

Es necesario estimar la distribución de probabilidad de los tiempos entre llegadas, generalmente se supone una distribución Exponencial o una Poisson, pero esto depende del comportamiento de las llegadas.

Distribución Exponencial

La forma algebraica de la distribución exponencial es:

$$P(\text{tiempo de servicio} \leq t) = 1 - e^{-\mu t}$$

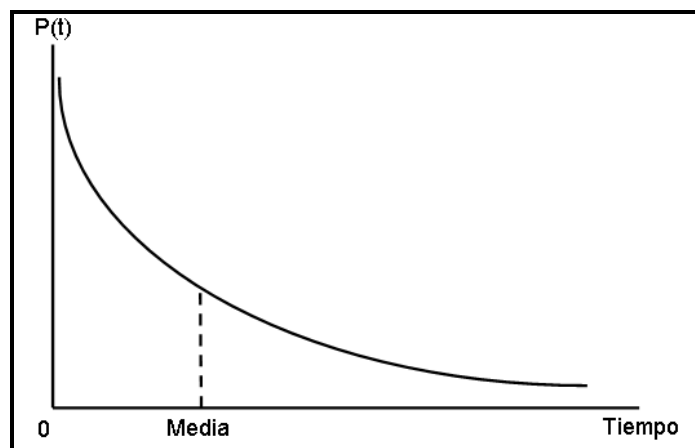


Figura 2.6.3.a Distribución Exponencial

Donde t representa una cantidad expresada en unidades de tiempo.

- La distribución exponencial supone una mayor probabilidad para tiempos entre llegadas pequeñas.
- En general, se considera que las llegadas son aleatorias.
- La última llegada no influye en la probabilidad de llegada de la siguiente.

Distribución de Poisson: Es una distribución discreta empleada con mucha frecuencia para describir el patrón de las llegadas a un sistema de colas.

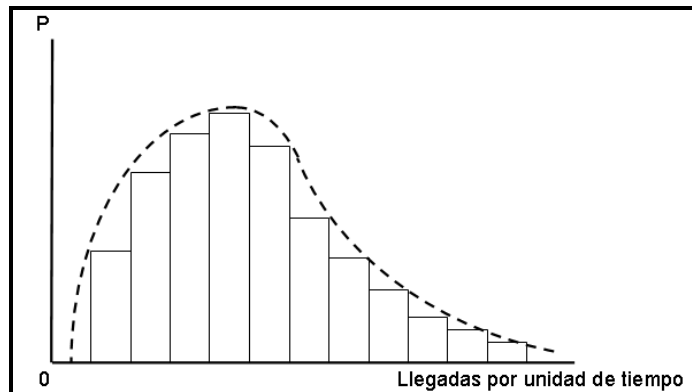


Figura 2.6.3.b Distribución Poisson

- Para tasas medias de llegadas pequeñas es asimétrica y se hace más simétrica y se aproxima a la binomial para tasas de llegadas altas.
- Su forma algebraica es:

$$P(k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$$

Donde:

- $P(k)$: probabilidad de k llegadas por unidad de tiempo.
- λ : tasa media de llegadas.
- $e = 2,7182818$.

Los resultados de la simulación se presentan en el Anexo B.

Capítulo 3: Estado del Arte

3.1 Sistema que establece zona de seguridad usando RFID¹



Figura 3.1.1 Maquinaria minera de Votorantim Metais

Votorantim Metais ha implementado un sistema que garantiza productividad con la seguridad de sus funcionarios. [10]

La solución fue implementada por Acura RFID SYSTEMS permitiendo incrementar la seguridad de los trabajadores de una de las mayores empresas mineras del mundo.

Votorantim Metais está entre los diez mayores productores mundiales de zinc, es el mayor productor de níquel de América Latina y tercero mayor productor brasileiro de aceros largos. En Brasil, son ocho unidades industriales y cuatro minas propias localizadas en los estados de Sao Paulo, Río de Janeiro, Minas Gerais y Goiás. En el Perú, Votorantim Metais posee la refinaría de Cajamarquilla y la Compañía Minera Milpo, y es accionista mayoritaria de la siderúrgica Acerías Paz del Río, en Colombia.

¹ RFID: Identificación por radio frecuencia

En la unidad de Fortaleza de Minas - MG, donde se producen 10 mil toneladas de níquel y 120 mil toneladas de ácido sulfúrico por año, fue adoptado un sistema de RFID¹ para protección de los funcionarios dentro de las minas.

En la figura 3.1.2 se muestra la idea general del sistema.

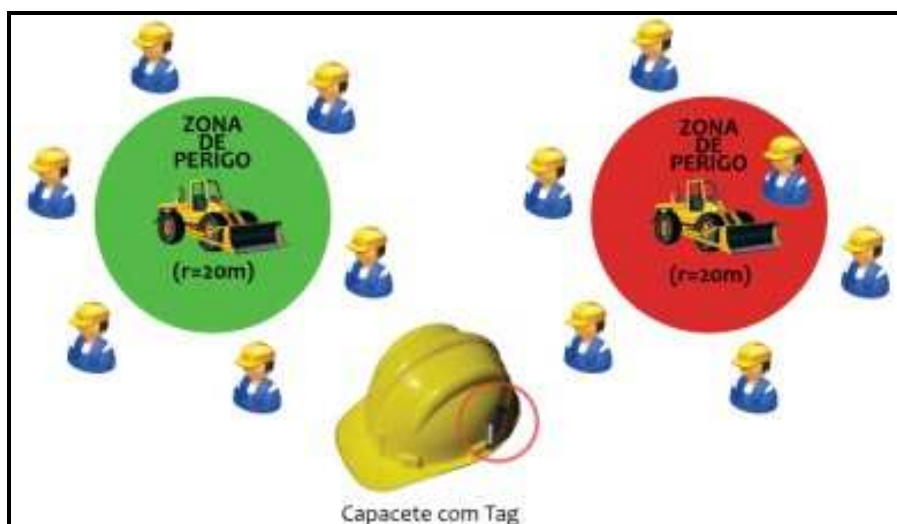


Figura 3.1.2 Cascos con TAGs para ser reconocidos en zona de peligro

El sistema consiste en la determinación de una zona de seguridad que establece el límite de tránsito seguro de los funcionarios para que no haya accidentes con las máquinas. Para ello, fueron instalados lectores y TAG²s activos de RFID¹ tales que cuando son accionados, bloquean el funcionamiento de las máquinas excavadoras en el momento que un funcionario entra a un radio de 20 metros.

Para la implementación del sistema se instaló un lector modelo A-RX201 adaptado para recibir dos antenas customizadas por ACURA RFID SYSTEMS y también con la creación de un circuito desarrollado para accionar la llave general de las máquina cuando fuera efectuada la lectura de uno o mas TAGs². Los TAGs² fueron fijados en los cascos de los funcionarios ya que este es un ítem de uso obligatorio dentro de las minas.

¹ RFID: Identificación por radio frecuencia.

² TAG: Tarjeta RFID.

3.2 Aplicaciones de RFID para el control vehicular

3.2.1 TELEPEAJE [11]

La tecnología de acceso dinámico emplea la identificación por radio frecuencia RFID, permitiendo la gestión y administración de peajes. Actualmente se encuentra instalada en la Red de Autopistas e Ingresos a Buenos Aires, en 19 playas de estacionamiento, varias ciudades, barrios privados y edificios corporativos.

Gracias a la interoperatividad, con el mismo dispositivo TAG¹, el usuario puede circular por las autopistas, utilizar las playas de estacionamiento habilitadas, ingresar a su edificio o empresa y cargar combustible en varias estaciones de servicio de la red SHELL², sin detención, sin abrir la ventanilla, manos libres.



Figura 3.2.1.a : Fotografía de control de peaje

- *Para el usuario*, esto significa ahorro de tiempo y control de sus gastos, ya que no necesita manejar dinero en efectivo.
- *Para los Concesionarios*, reducción de los costos de personal (1 vía manual requiere de 4 empleados y puede coleccionar hasta 300 peajes en una hora; una vía de TELEPEAJE no requiere personal y puede coleccionar 1.200 peajes en el mismo lapso de tiempo).

¹ TAG: Tarjeta RFID.

² Shell: Cadena de grifos de combustible vehicular.

Ventajas que ofrece el sistema TELEPEAJE:

- Operación manos libres, sin detención.
- Reducción del tráfico en entradas y salidas.
- No hace falta bajar la ventanilla.
- Mayor seguridad personal.
- Control de la autorización de seguridad mediante identificación.
- Accesible en precio, fácil de instalar y mantener.
- Bajos costos de reparación y mantenimiento.
- No requiere de expendedoras de tickets, las cuales suelen atascarse.
- No hay equipos en la vía que puedan ser dañados por los vehículos.
- No requiere tarjetas, las cuales suelen perderse o se les gasta la banda magnética.
- No requiere tickets.
- Procesamiento automático en puertas remotas o sin atención de personal.
- Acceso cómodo para discapacitados.
- Rastreo automático del inventario.
- Sistema flexible que se adecua a los requerimientos del cliente en cuanto a distancia, velocidad y presupuesto.
- Disminución de emisiones, ya que el vehículo pasa por las entradas o portones sin detenerse y re encender la marcha y sin tener que esperar en fila con el motor encendido.

Cabe precisar que la implementación del sistema fue realizada en 1995 por SicTranscore quien diseño e instalo el primer sistema de Acceso Dinámico de Sudamérica (más de 400.000 usuarios), denominada "**TELEPEAJE**", empleando la tecnología de identificación por radio frecuencia (RFID). Fue Instalado en 8 de los 9 accesos de ingreso a Buenos Aires – Argentina, haciéndose del mismo modo en Cartagena Colombia a mediados del 2008.

En la figura 3.2.1.b se muestra las autopistas de la Red Buenos Aires.



Figura 3.2.1.b: Mapa de autopistas de la red de Buenos Aires

Autopistas Adheridas al sistema TELEPEAJE:

- Autopista Buenos Aires–Ezeiza.
- Autopista Ezeiza–Cañuelas.
- Autopista 25 de Mayo.
- Autopista Perito Moreno.
- Autopista Buenos Aires–La Plata.
- Autopista Acceso Oeste.
- Autopista Buenos Aires–Luján.
- Autopista Del Buen Ayre y Arturo Illia.

3.2.2 SICFLOTAS: Sistema de control para flotas [12]

El sistema de control para flotas **SICFLOTAS** es un sistema de identificación vehicular basado en el uso de tecnología inalámbrica que integra equipos de lectura por radio frecuencia y TAGS¹ para parabrisas o chasis, que permiten a las compañías con flotas de vehículos (propios o de terceros) reconocer la unidad, chasis, chofer mientras transitan por el lugar.

Simplemente se debe colocar el TAG¹ de transporte en trailers, chasis, container, locomotoras, vagones y cabinas. Luego, se deben instalar las Antenas lectoras en puntos estratégicos, como por ejemplo: empalmes, estaciones, puertas, sitios de carga de combustible y de mantenimiento. Cuando el TAG¹ pasa por la zona de lectura identifica al equipo y el lector retransmite la fecha, hora u otra información programada a la computadora host. El TAG¹ está diseñado para aplicaciones en las que se opera con rangos largos y admite la exposición a ambientes severos.

- Autorización para ingreso en la Terminal de carga.
- Pesaje en movimiento automático.
- Administración de chasis.
- Gestión de circulación dentro de la Planta.



Figura 3.2.2 Fotografía del sistema para control de flotas

La industria del transporte en Norteamérica adoptó como norma obligatoria la tecnología inalámbrica de identificación por radio frecuencia RFID de SicTranscore,

¹ TAG: Tarjeta RFID.

proveedores de las soluciones antes mencionadas. Más del 95% de los Camiones de servicio de intercambio en USA (3.7 millones de TAGS y 6.000 sitios con lectores) están equipados con dicha tecnología, permitiendo así el control de los camiones, vagones y locomotoras en todo el territorio.

Beneficios:

- Mejora el seguimiento, manejo y uso de bienes.
- Reduce los costos operativos.
- Provee informes en tiempo real.
- Elimina errores humanos.

En la siguiente tabla se menciona a las empresas que hacen uso de las diversas funcionalidades del sistema de control para flotas en Sudamérica son:

EMPRESA	PAÍS
Autotrol SA	Argentina
CHENYI SA	Argentina
NIDERA	Argentina
Nuevos Rumbos SA	Argentina
Pan American Energy LLC	Argentina
Petroquímica Comodoro Rivadavia	Argentina
Celulosa Arauco y Constitución S.A.	Chile
Cementos Bío. SA	Chile
ARGOS Cementos	Colombia

Tabla 3.2.2 Empresas en Sudamérica que usan el sistema de control para flotas.

3.3 RFID en la Biblioteca de la Universidad de Lima. [13]

El 12 de febrero de 2009 se realizó la inauguración de la nueva biblioteca de la Universidad de Lima, una remodelación que ha durado alrededor de un año y que brindará a sus usuarios la última tecnología en lo que a bibliotecas se refiere convirtiéndose en una de las más modernas de Latinoamérica, siendo la primera en Sudamérica en decidir implementar la tecnología de identificación por radiofrecuencia RFID para la marcación única de libros y buzones automáticos de devolución elevando el nivel de servicio para sus usuarios con total seguridad.



Figura 3.3. RFID en la Biblioteca de la Universidad de Lima

Estantería abierta, el uso de los textos en la nueva biblioteca son de estantería abierta, es decir, los lectores tienen acceso libre a los anaqueles para realizar personalmente su búsqueda y tomar las obras que necesitan. Por ello, a cada libro se le adhirió un chip que es monitoreado por un sistema de radiofrecuencia RFID, el cual permite conocer su ubicación en todo momento.

Gracias a este nuevo sistema, basta con pasar el carné por la puerta para que de inmediato se registre en el sistema el préstamo del libro. Para la devolución del mismo no es necesario regresar al piso del cual se retiró el material, basta con depositarlo en ánforas especiales ubicadas en el primer piso.

La biblioteca posee más de 100 mil volúmenes en libros (Textos y Colección General, Obras de Referencia, Colección de Libros de Arte), más de 1.600 títulos de publicaciones periódicas, 7 mil tesis y más de 200 publicaciones electrónicas en discos compactos. Atiende un promedio anual de 13.500 usuarios a nivel interno (alumnos, ex alumnos, docentes e investigadores) y 400 usuarios externos. En el año 2007, se realizaron más de 400 mil préstamos y el flujo de usuarios sobrepasó los 250 mil movimientos.

La mayoría de las aplicaciones para las bibliotecas usan identificación por radio frecuencia RFID de 13.56MHz o menos, a su vez buscan cumplir con las normas ISO 15693 y 18000-3. [14]

A continuación presentamos el Proceso de Desarrollo según Norma Técnica Peruana [15] NTP-ISO/IEC 12207: 2006 de Tecnología de la Información para procesos del ciclo de vida del software; nuestra tesina abarca hasta el prototipo de la solución.

La solución elegida consta de dos partes principales:

- *Módulo Puntos de Control*, que es el encargado que los datos capturados por los lectores RFID¹ se almacenen en la base de datos. Este módulo es la plataforma entre los dispositivos RFID¹ y el sistema.
- *Módulo Administrativo*, a los que tendrán acceso los usuarios administradores. El acceso a éste módulo podrá ser posible gracias al autenticación que deben realizar los usuarios.

4.2 Análisis de requisitos de la solución

4.2.1 Casos de uso

Los requerimientos de la solución serán expresados a través de Casos de Uso, mediante ellos podemos representar los distintos requerimientos que se esperan de una aplicación o sistema, especificando las características de funcionalidad y comportamiento durante su interacción con los usuarios u otros sistemas [16, p.34]

Modulo de Puntos de Control

Para éste modulo se encuentran el siguiente actor:

Usuario Final: Es el usuario que debe ser identificado en cada punto de control.

Los casos de uso para el Módulo Puntos de Control son los siguientes:

- Entrar a la cola.
- Entrar a carguío.
- Salir de carguío.

¹ RFID: Identificación por radio frecuencia.

La documentación de cada Caso de Uso se presenta en el Anexo C.

El diagrama de Casos de Uso se presenta en la figura 4.2.1.

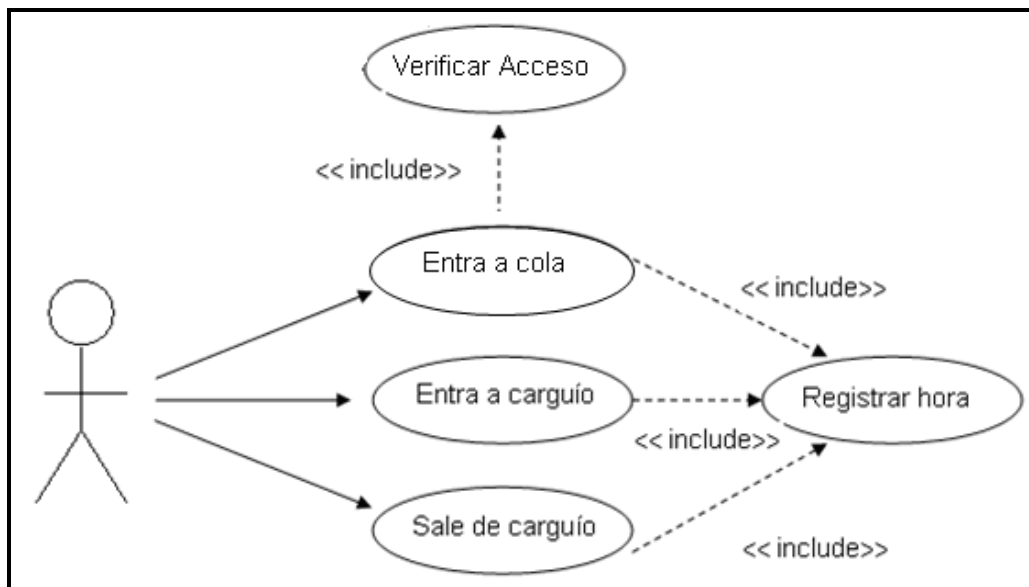


Figura 4.2.1.a Diagrama de Caso de Uso de Módulo Puntos de Control

Modulo Administrativo

Para éste modulo se encuentran los siguientes actores:

Master: Es el tipo de administrador más alto; puede realizar todo lo que el Administrador, pero con la posibilidad de eliminar administradores.

Administrador: Que se encuentra jerárquicamente debajo del Master.

Los casos de uso para este son los siguientes:

- Autenticación de usuario.
- Gestionar Usuarios.
 - Crear usuarios.
 - Modificar usuarios.
 - Eliminar usuarios.
- Procesar Datos.
- Generar Reportes

- Realizar Comparaciones

La documentación de cada Caso de Uso se presenta en el Anexo D.

El diagrama de Casos de Uso se presenta en la figura 4.2.2

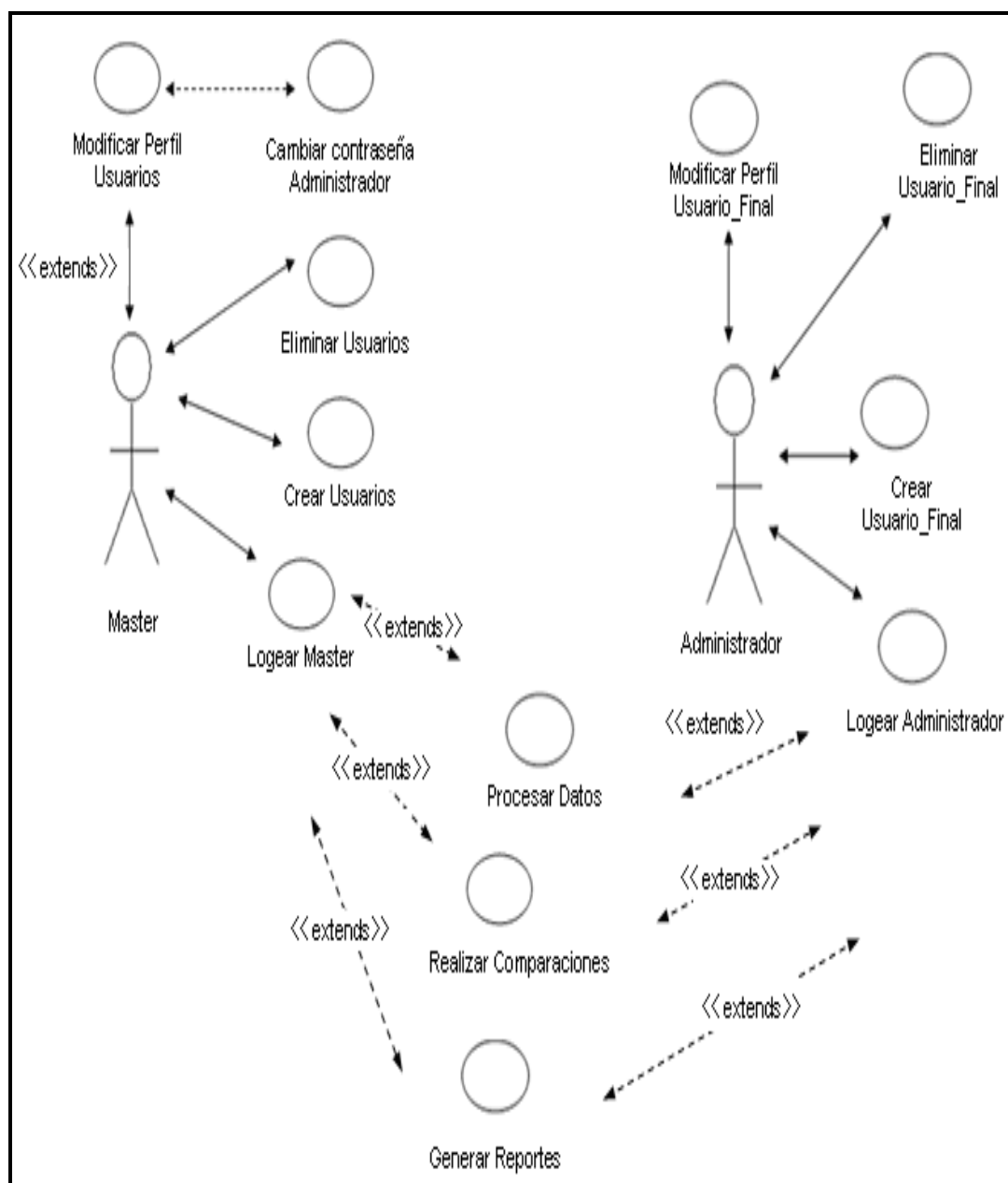


Figura 4.2.1.b Diagrama de Caso de Uso de Módulo Administrativo

4.2.2 Diagrama de secuencia

Los diagramas de secuencia plasman la interacción de un conjunto de objetos, haciendo énfasis en el orden cronológico de envío de mensajes entre ellos, permitiendo así apreciar fácilmente el orden en que suceden las cosas. [16, p.124].

A continuación se presentan los diagramas de secuencia correspondientes a los casos de uso de los módulos que conforman el sistema.

Diagrama de secuencia Módulo Puntos de Control

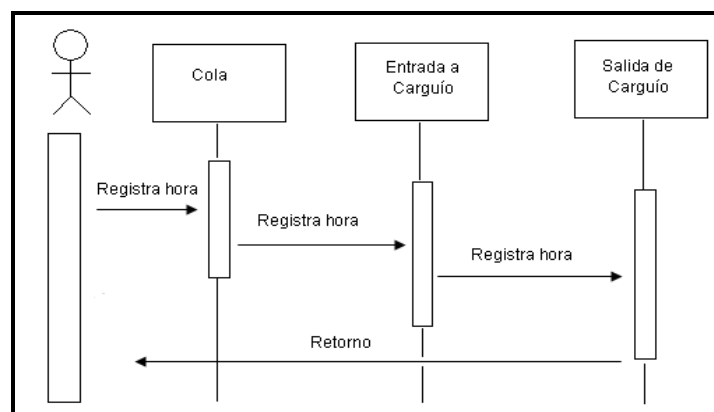


Figura 4.2.2.a: Diagrama de secuencia Módulo Puntos de Control

Diagrama de secuencia Módulo Administrativo

1. Caso de Uso: Autenticación de Usuario

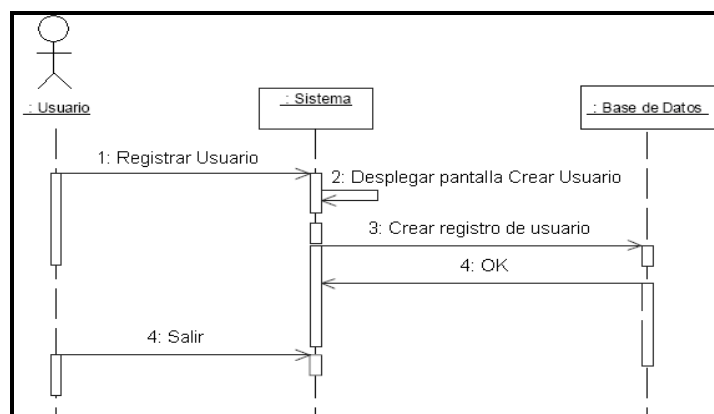


Figura 4.2.2.b: Diagrama de secuencia Módulo Administrativo: Autenticación de Usuario

Caso de Uso: Gestionar Usuarios

2. Caso de Uso: Crear Usuario

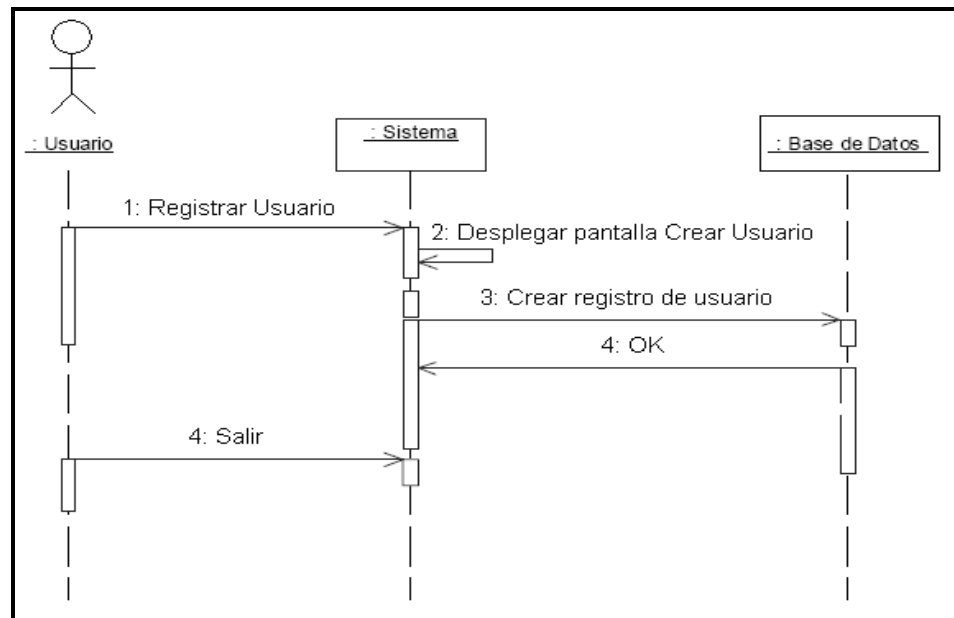


Figura 4.2.2.c: Diagrama de secuencia Módulo Administrativo: Crear Usuario

3. Caso de Uso: Modificar Usuario

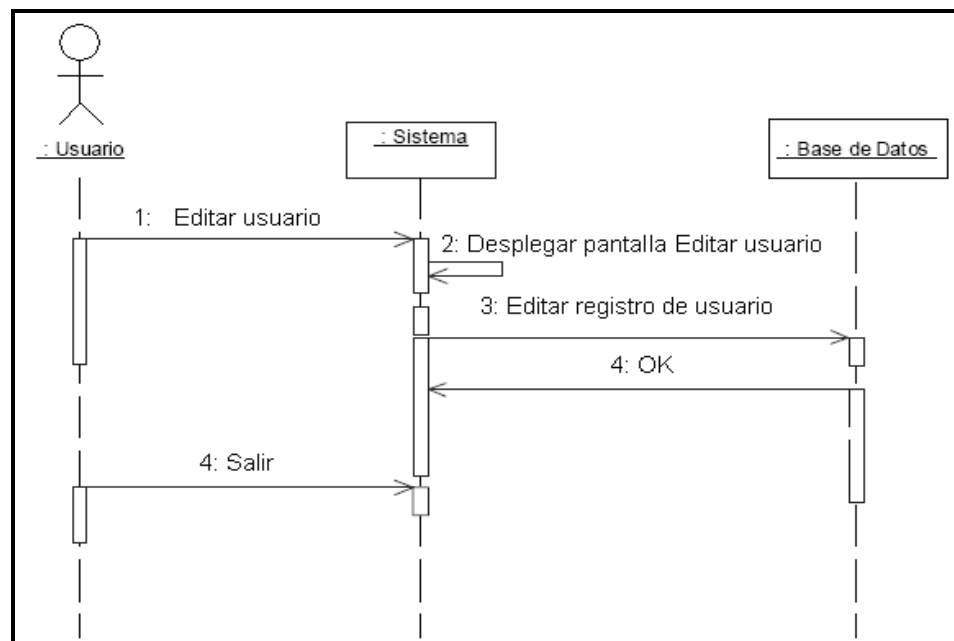


Figura 4.2.2.d: Diagrama de secuencia Módulo Administrativo: Modificar Usuario

4. Caso de Uso: Eliminar Usuario

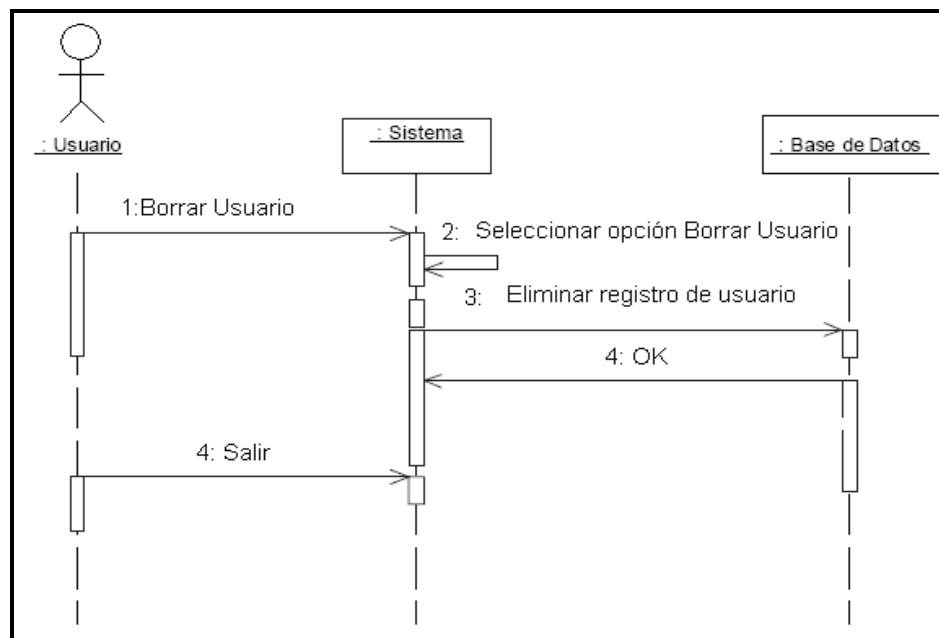


Figura 4.2.2.e: Diagrama de secuencia Módulo Administrativo: Eliminar Usuario

Caso de Uso: Procesar Datos

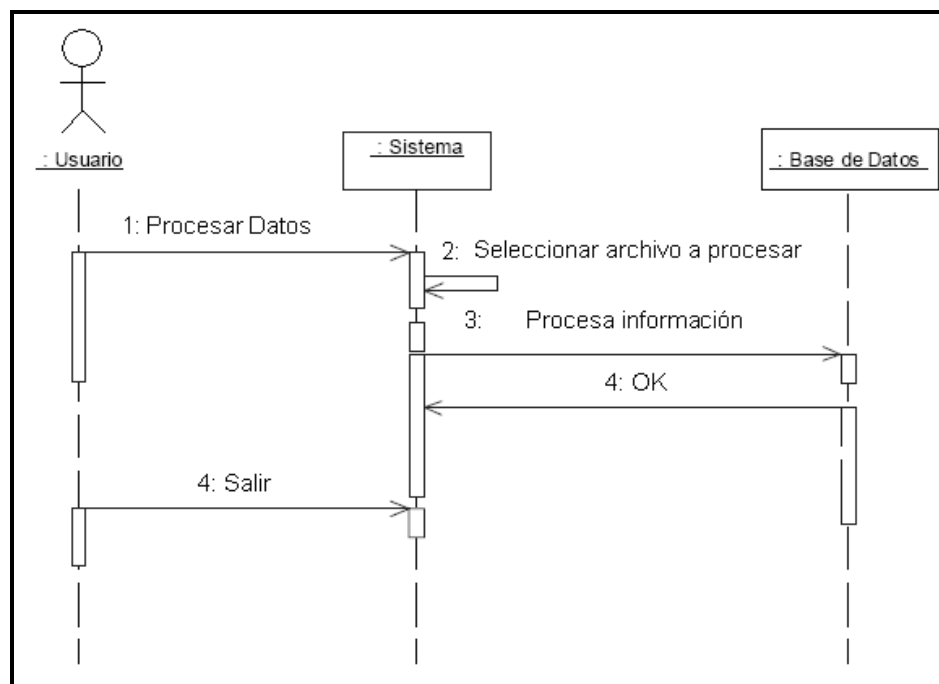


Figura 4.2.2.f: Diagrama de secuencia Módulo Administrativo: Procesar Datos

Caso de Uso: Generar Reporte

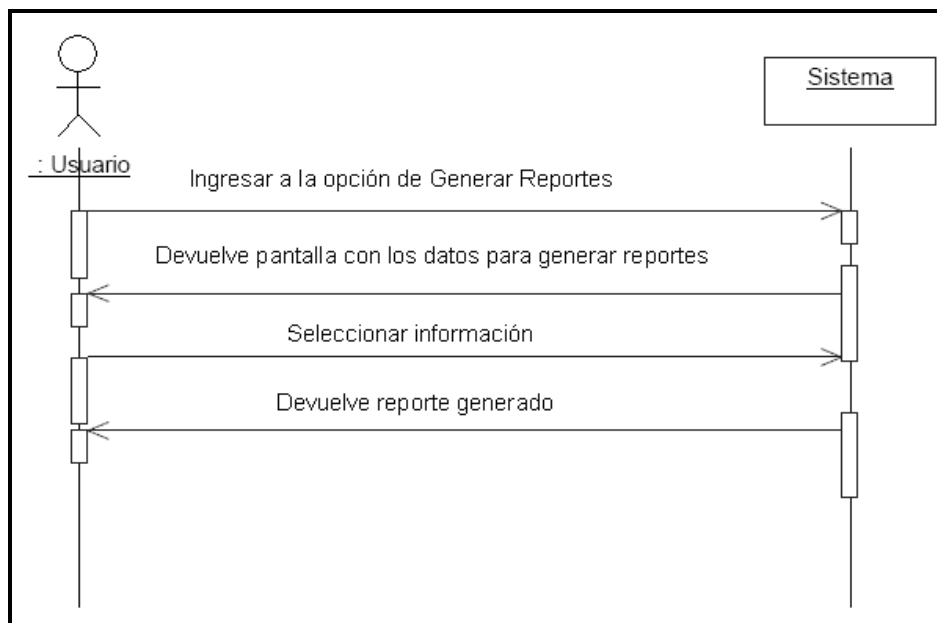


Figura 4.2.2.g: Diagrama de secuencia Módulo Administrativo: Generar Datos

Caso de Uso: Realizar Comparación

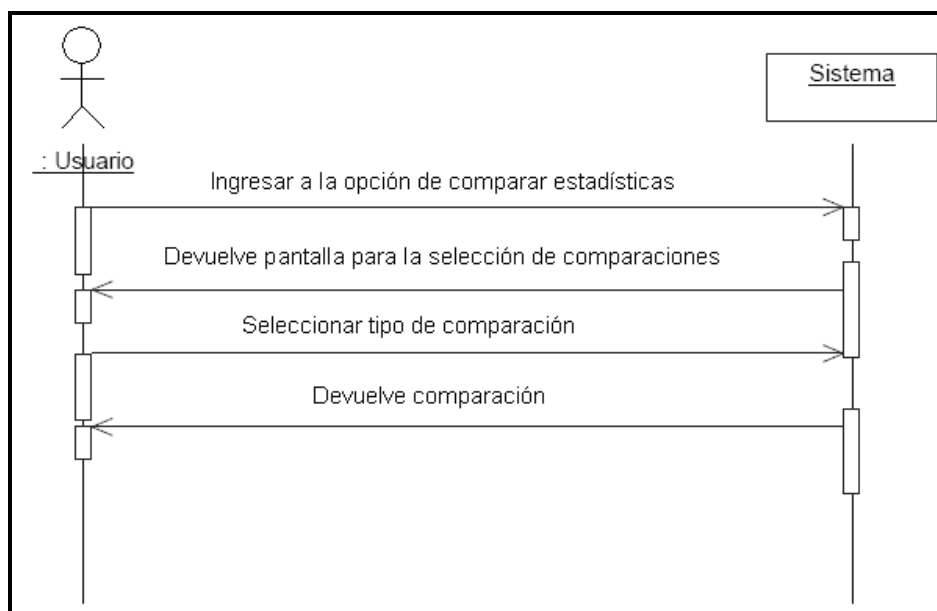


Figura 4.2.2.h: Diagrama de secuencia Módulo Administrativo: Realizar Comparaciones

4.3 Diseño de la arquitectura de la solución

Cada camión poseerá una tarjeta de identificación, cuando éste llegue al final del área asignada para la cola, será leído por el lector RFID¹, registrando su hora de llegada, esta información es almacenada en la base de datos, de manera similar para los otros dos lectores RFID¹ ubicados en la entrada y salida de la zona de carguío.

La detección de la tarjeta RFID¹ se realizará de forma automática, el usuario se identificara mediante dicho medio y toda la información asignada al usuario será registrada y enviada en línea al sistema. El sistema permitirá que los datos capturados por los lectores RFID¹ sean almacenados a la base de datos.

El uso de los dispositivos RFID¹ no solo se limitan al control de los tiempos de los vehículos a su por los Puntos de Control, se podrían incluir actuadores que denieguen el acceso a vehículos no autorizados a la cola, siendo ésta el punto inicial de nuestro proceso. Para este fin deberá añadirse un sensor al lector RFID¹, para proveer algún tipo de lanzador al lector, que indicará la existencia de una tarjeta RFID¹ inválida. El actuador, es un dispositivo mecánico para controlar o mover objetos, en nuestro caso una tranquera. Es necesario el uso de una tarjeta controladora para la activación de los actuadores.

La programación y configuración de los dispositivos RFID¹ se realiza con su propio software, se establece así la comunicación y control de los lectores RFID¹; se cogen los datos de los lectores, se controla el comportamiento de los mismos y se usan los lectores para activar la asociación de actuadores e indicadores externos.

En la figura 4.3 se muestra la arquitectura general del sistema.

¹ RFID: Identificación por radio frecuencia.

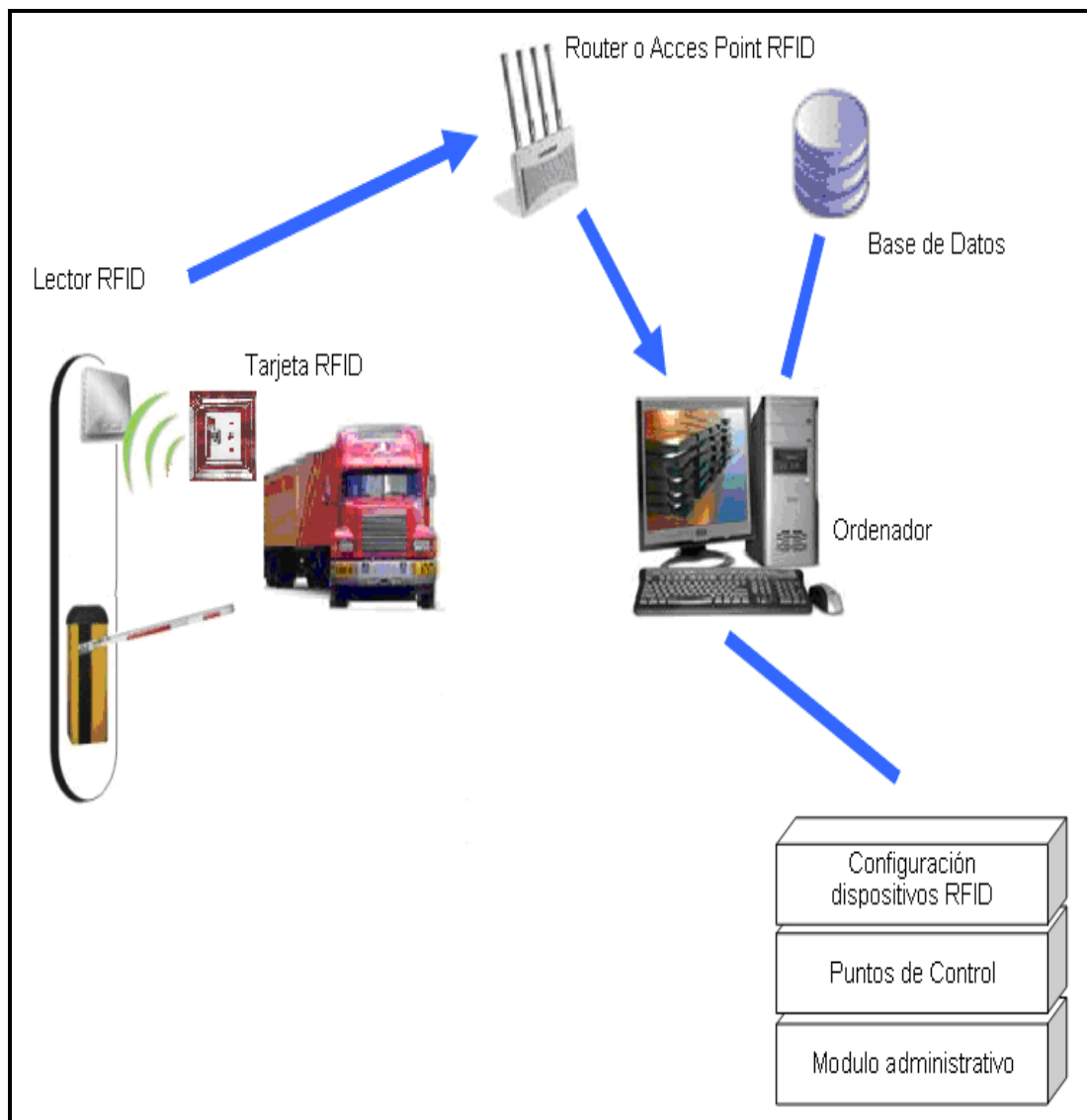


Figura 4.3 Arquitectura general del sistema

4.3.1 Arquitectura

Planteamos aplicaciones cliente servidor, por cuestiones de rendimiento, seguridad y disponibilidad; dichas aplicaciones se ejecutan en la computadora host que está conectada a la red. El desarrollo de los módulos que componen la solución se realizará en ambiente Web, por la necesidad de dar las facilidades a los usuarios administrativos, que necesitan tener acceso a la información en todo momento y lugar, a su vez la aplicación nos permitirá obtener información detallada de los accesos al sistema.

Se plantea además usar el lenguaje de programación PHP para el desarrollo y como motor de base de datos MySQL.

- **Nivel de interfaz de usuario (IU) o capa de presentación**

Definida por los Web forms, a través de los cuales los usuarios van a interactuar con la aplicación.

- **Nivel de componentes del negocio o capa de lógica del negocio**

Es el conjunto de ensamblados o componentes empresariales donde está inmersa la lógica del negocio.

- **Nivel de almacenamiento de datos o capa de datos**

Es el motor de base de datos junto con las tablas, procedimientos almacenados y funciones definidas.

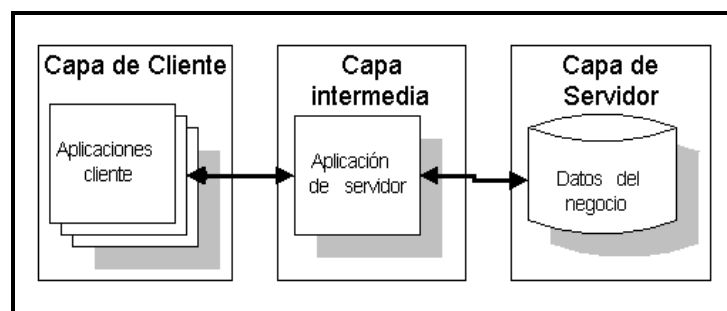


Figura 4.3.1.a: Arquitectura Lógica del Sistema

Modelo de tres capas

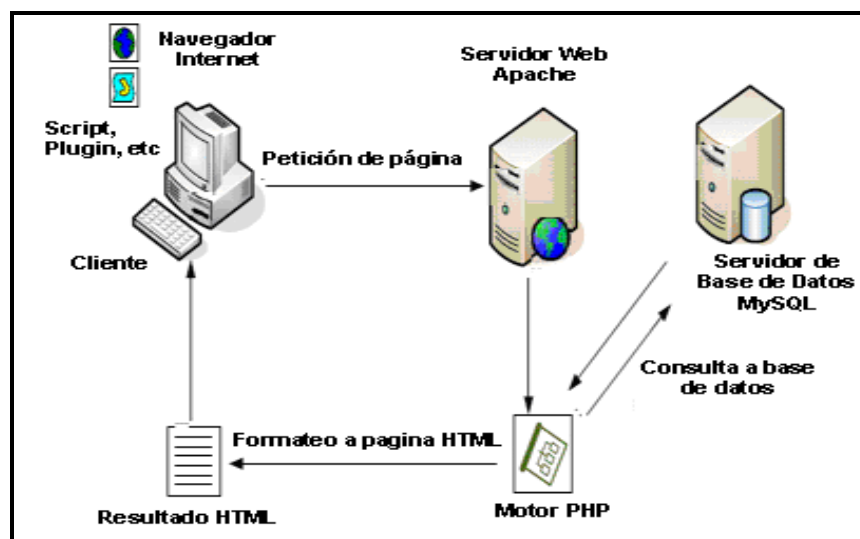


Figura 4.3.1.b: Arquitectura Física del Sistema

Servidor Web con motor PHP está alojado en un servidor y en otro servidor la Base de Datos MySQL

4.3.2 Arquitectura de Comunicaciones

Es el conjunto organizado de capas y protocolos. Esta organización de la red debe estar suficientemente clara como para que los fabricantes de software o hardware puedan diseñar sus productos con garantía de que funcionarán en comunicación con otros equipos que sigan las mismas reglas.

- Los lectores RFID se conectarán al ordenador a través de un Acces Point inalámbrico, utilizando el protocolo Wireless 802.11.
- La comunicación entre el Acces Point y el ordenador no necesariamente debe ser inalámbrica, ésta puede ser bajo Ethernet/IEEE 802.

En la figura figura 4.3.2 se muestra la conectividad de los componentes del sistema.

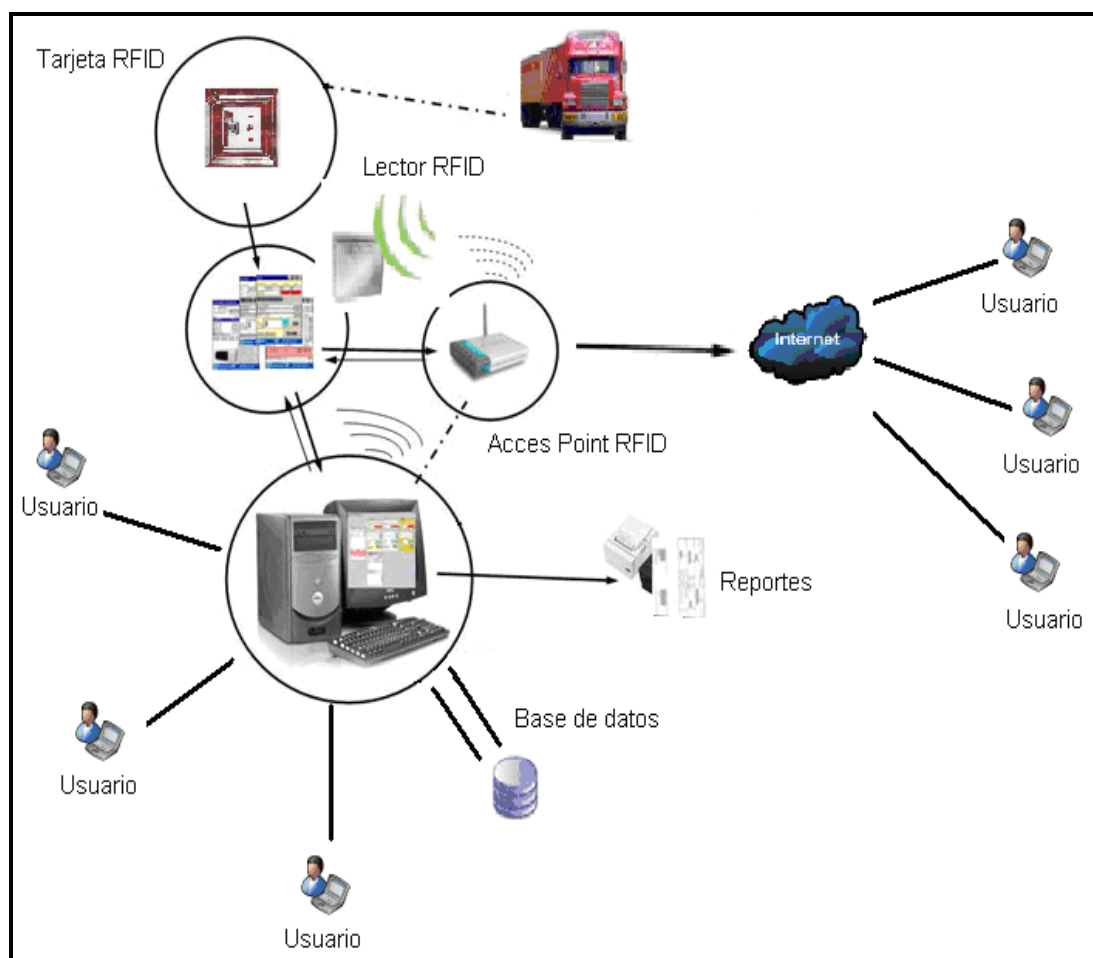


Figura 4.3.2: Conectividad de los componentes del sistema

4.3.3. Arquitectura de Datos

La arquitectura de datos identifica y define las mejores clases de datos que apoyan las funciones del negocio.

Modelo Entidad-Relación La herramienta que hemos usado para modelar la base de datos ha sido MicroOlap, debido a que usaremos MySQL como gestor de base de datos.

El modelo Entidad-Relación correspondiente se muestra en la figura 4.2.3.

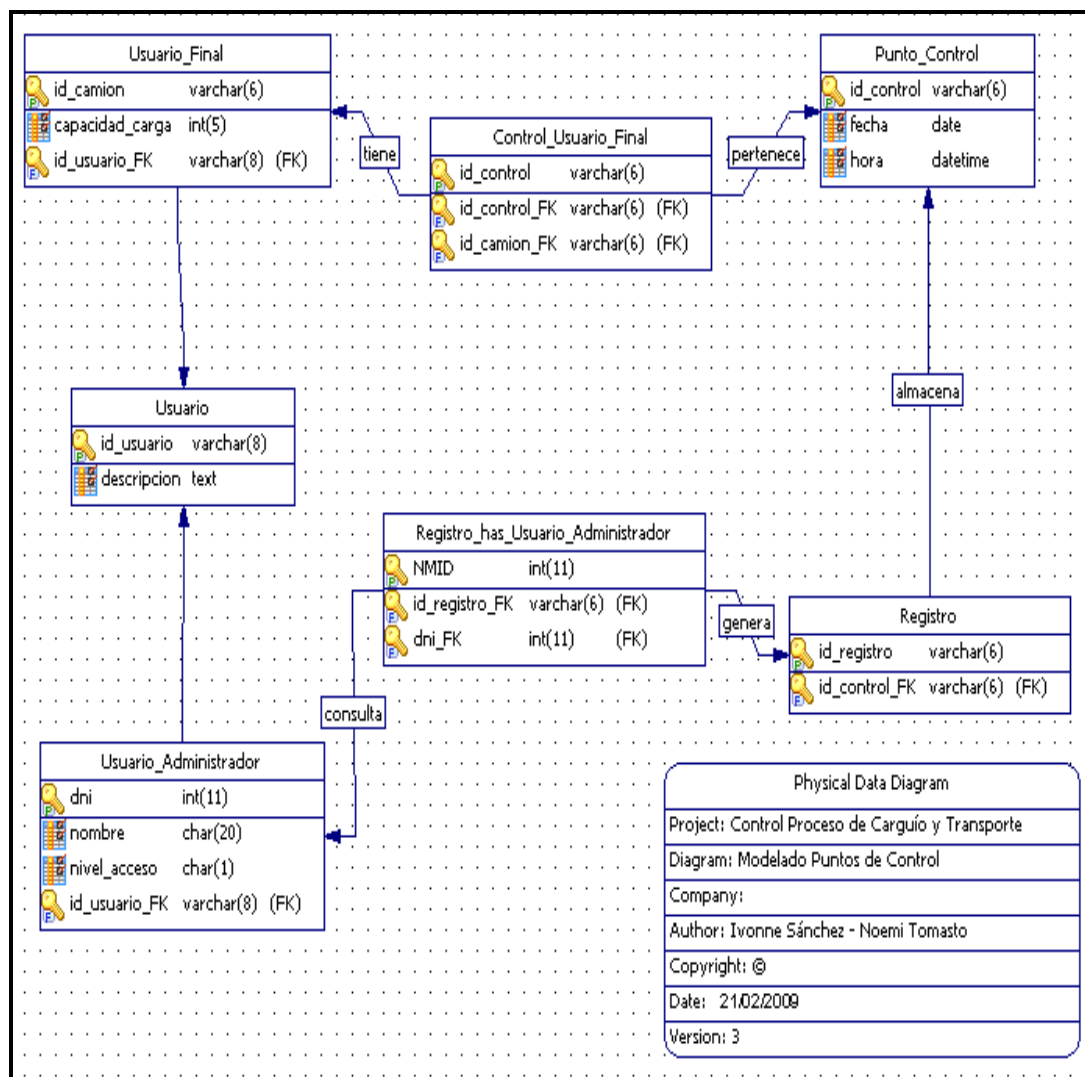


Figura 4.3.3 Diagrama Entidad-Relación

4.4 Diseño de Prototipo

4.4.1 Usuarios del sistema

Los usuarios definidos para el sistema son:

- ***Usuarios Administrativos:***

Master. Este usuario puede realizar todas las funciones incluyendo la configuración del sistema.

Administrador. Este usuario puede dar de alta a los usuarios finales, realizar consultas y acceder a los reportes.

- ***Usuario Final.*** Este usuario es quien posee la tarjeta RFID¹, que registra su paso por cada punto de control.

4.4.2 Módulos del Sistema

Definimos a continuación los módulos que formaran parte del sistema:

4.4.2.1 Configuración de dispositivos RFID¹

Este módulo es gestionado por el propio software del fabricante de las tarjetas RFID¹, permite definir los identificadores de los lectores RFID¹.

4.4.2.2 Modulo de Puntos de Control

Este módulo tiene las funciones de middleware de RFID¹ para nuestro sistema. Realiza el registro en línea del paso de los camiones (usuarios finales) por cada Punto de Control en donde se encuentran los lectores RFID¹.

Se encarga de enviar peticiones de lectura hacia los lectores y procesar las respuestas que se obtienen de éstos, hará posible que los datos

¹ RFID: Identificación por radio frecuencia

capturados por los lectores RFID¹ se almacenen en la base de datos. Registra la hora de llegada de cada camión a la cola, así como la entrada y salida de la zona de carga, todo ello haciendo uso de la tarjeta RFID¹ adherida al parabrisa del vehículo. De este modo obtenemos un historial de los datos como los registros de hora de llegada, hora de salida, Punto de Control, con esta información procesada podremos generar los reportes y estadísticas correspondientes del proceso de carguío y transporte.

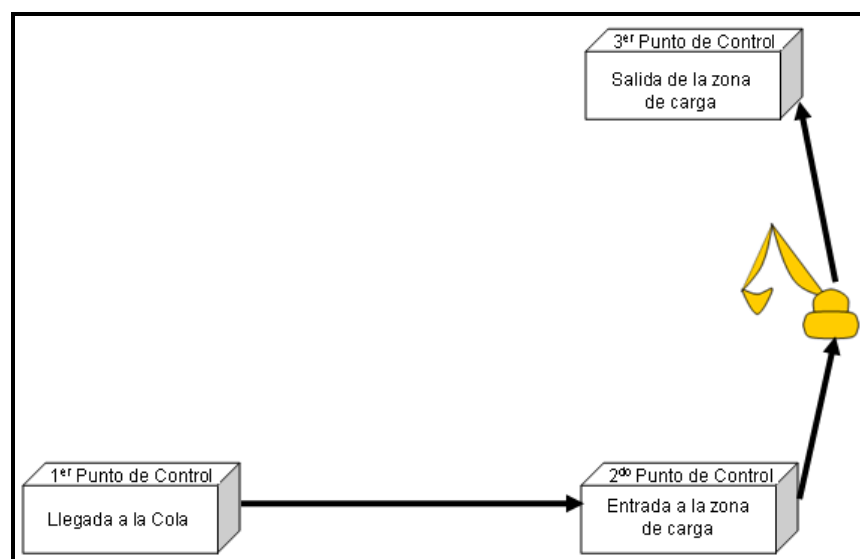


Figura.4.4.2.2 Diagrama de bloques del Módulo Puntos de Control

4.4.2.3 Modulo Administrativo

Este modulo permite la Gestión de Usuario, Procesamiento de Datos, Generación de Reportes y Comparaciones.

- **Gestión de Usuarios:** Permite crear, modificar, eliminar y asignar privilegios a los usuarios del sistema, además se podrá llevar un control del número de veces en que éste hizo uso del sistema, todo esto debido a los perfiles y privilegios que se asignan a los usuarios antes mencionados (administradores y finales). Se han distinguido tres niveles de usuarios:

¹ RFID: Identificación por radio frecuencia.

Nivel 0: Master:

Crea y da permisos a usuarios Nivel 1 y Nivel 2.

Consulta y búsqueda de información generada por el sistema.

Nivel 1: Administrador:

Crea y da permisos a usuarios Nivel 2.

Consulta y búsqueda de información generada por el sistema.

Nivel 2: Final:

Usuario que posee la tarjeta RFID, los datos asignados a este usuario se realizan con el propio software que manejan las tarjetas RFID. Los identificadores y clave de cada usuario serán registrados en el sistema.

- **Procesar Datos:** Los datos capturados por los lectores RFID de una jornada de trabajo se almacenan en la base de datos en forma de archivos, cuyos nombres se generan automáticamente haciendo mención al lugar de zona de carga, fecha y hora de inicio de la toma de datos. Los datos deben procesarse para que se puedan elaborar estadísticas que sirvan para la generación de reportes y para la realización de comparaciones.
- **Generación de Reportes:** Permite obtener un resumen de las variables del ciclo de transporte, composición del tiempo de carga y camiones involucradas en el proceso de carguío y transporte, como son tiempo de permanencia en la cola, ciclo limpio entre otras; así como sus respectivos gráficos estadísticos.
- **Comparaciones:** Realiza comparaciones y gráficos estadísticos del rendimiento de la pala, promedio de carga y el número de camiones por hora, resumen de la producción de acuerdo al día y turno de jornada. Las comparaciones se podrán realizar de acuerdo al criterio que se tome en cuenta: *por intervalo de tiempo, por mes o por día.*

4.4.3 Interfaces

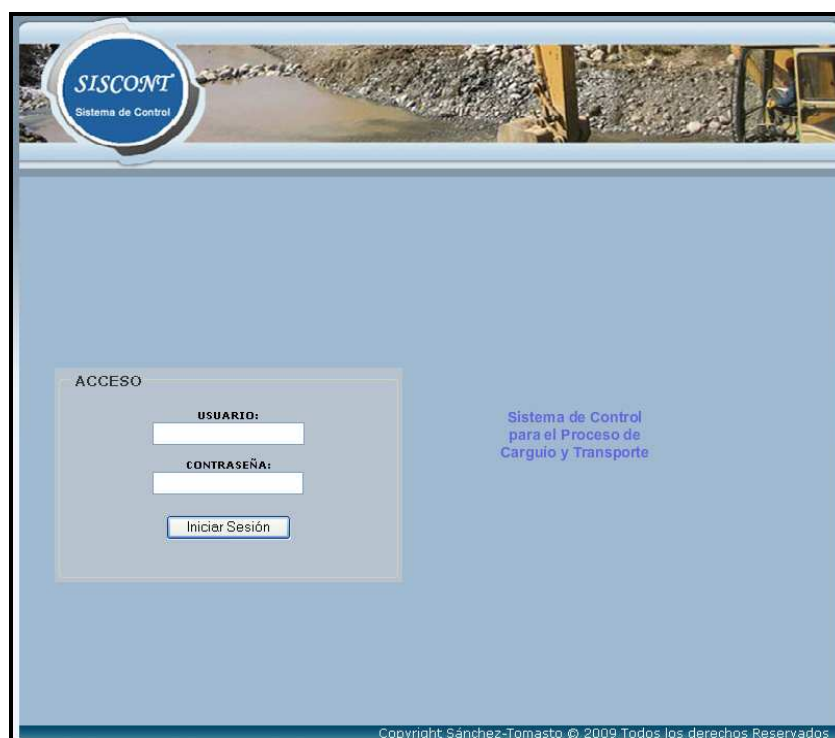
4.4.3.1 Acceso al sistema.

Para acceder al sistema se deberá de realizar la autenticación o logeo correspondiente, para ello el usuario deberá de escribir su usuario y contraseña.

En la figura 4.4.3.1.a se muestra la interfaz de inicio.

Una vez realizada la autenticación el usuario visualizará la interfaz del menú principal.

La figura 4.4.3.1.b muestra el Menú Principal.



The screenshot displays the login interface for the SISCONT system. At the top, there is a header banner featuring the SISCONT logo on the left and a photograph of a construction site with a yellow excavator on the right. The logo consists of a blue circle with the word 'SISCONT' in white, and 'Sistema de Control' written below it. The main body of the page has a light blue background. On the left side, there is a white rectangular box titled 'ACCESO' in all caps. Inside this box, there are two input fields: the first is labeled 'USUARIO:' and the second is labeled 'CONTRASEÑA:'. Below these fields is a blue button with the text 'Iniciar Sesión'. To the right of the login box, the text 'Sistema de Control para el Proceso de Carguio y Transporte' is displayed in blue. At the bottom of the page, a dark blue footer bar contains the copyright notice 'Copyright Sánchez-Tomasto © 2009 Todos los derechos Reservados' in white text.

Figura 4.4.3.1.a: Interfaz de Acceso al sistema



Figura 4.4.3.1.b: Menú Principal

Estando en el menú principal se podrán realizar las siguientes acciones:

- Gestionar usuarios.
- Procesar datos.
- Generar reportes.
- Realizar comparaciones

4.4.3.2 Gestión de usuarios

En la figura 4.4.3.2.a se muestra la interfaz correspondiente a la Gestión de Usuarios.

GESTION DE USUARIOS			
Núm. Accesos	Usuario	Master:0 - Administrador:1 - Usuario:2	Registrar usuario
9	admin	0	Editar
47	Noemi	1	Borrar Editar
32	Ivonne	1	Borrar Editar
0	SIK-734	2	Borrar Editar

Menu Principal Cerrar Sesión

Copyright Sánchez-Tomasto © 2009 Todos los derechos Reservados

Figura 4.4.3.2.a: Gestión de Usuarios

- Control de Accesos: Se puede visualizar el número de veces en el usuario accedió al sistema. En la figura se aprecia que el usuario admin es un usuario master, que accedió al sistema 9 veces, los usuarios Ivonne y Noemí son usuarios administradores, accedieron al sistema 47 y 32 veces respectivamente y el usuario SIK-734 es un usuario final, tiene cero accesos pues éste usuario nunca accederá a este módulo del sistema.
- Registro de Usuarios: Se podrá crear usuarios, asignándole nombre, contraseña y nivel de acceso, según corresponda. En la figura podemos ver la creación de un usuario.

La figura 4.4.3.2.b se muestra la interfaz de registro de usuarios.

The screenshot shows a web application interface for 'SISCONT Sistema de Control'. At the top left is a logo with the text 'SISCONT Sistema de Control'. The main content area is titled ': Registro de Usuarios :'. It contains a registration form with the following fields: 'Usuario :' with the value 'Pamela Melgar', 'Contraseña :' with masked characters, and 'Contraseña (repitalo) :' also with masked characters. Below these is a 'Nivel Acceso (Administrador 1 - User 2):' dropdown menu currently showing '1'. A 'Registrar' button is positioned below the dropdown. At the bottom of the form area are two buttons: 'Menu Principal' and 'Cerrar Sesión'. The footer of the page contains the text 'Copyright Sánchez-Tomasto © 2009 Todos los derechos Reservados'.

Figura 4.4.3.2.b: Registro de Usuarios

- Eliminación y Modificación de Usuarios: Se podrá eliminar un usuario seleccionando la opción Borrar, y se podrá modificar los datos al seleccionar Editar.

En la siguiente figura se muestra la interfaz en la cual se puede modificar los datos del usuario.

The screenshot displays the SISCONT Sistema de Control web application. At the top left is the SISCONT logo. The main content area features a form titled ': Editar Usuario :'. The form contains the following fields and values:

Field	Value
Usuario :	Noemi
Nivel Acceso:	0
Contraseña Anterior :	
Nueva Contraseña :	
Nueva contraseña (repitalo) :	

Below the form is an 'Actualizar' button. At the bottom of the page are two buttons: 'Menu Principal' and 'Cerrar Sesión'. The footer contains the text: 'Copyright Sánchez-Tomasto © 2009 Todos los derechos Reservados'.

Figura 4.4.3.2.c: Editar Usuarios

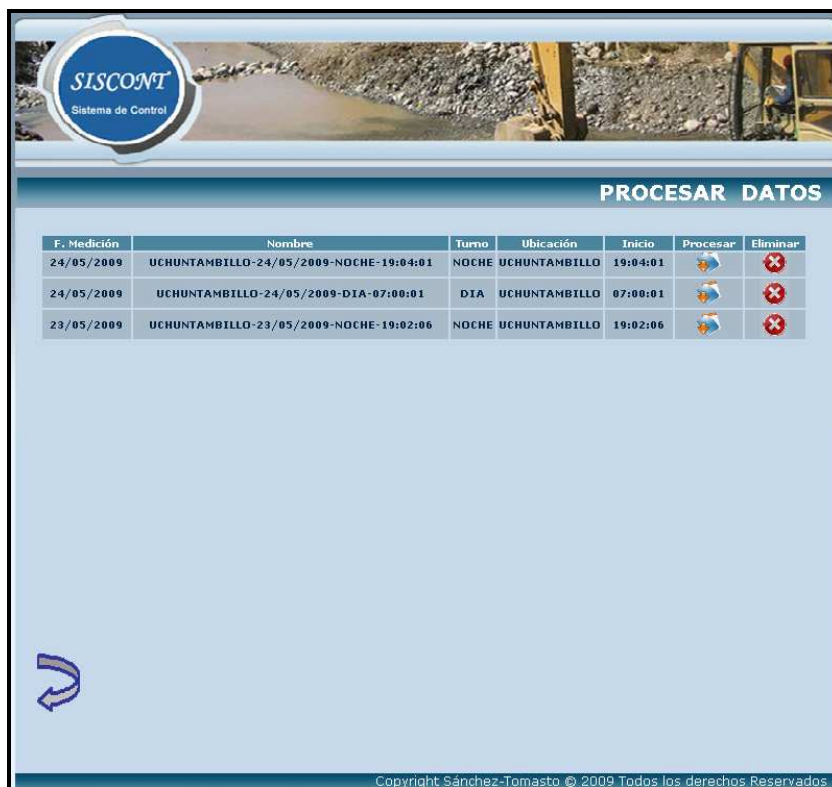
4.4.3.3 Procesar Datos.

La figura 4.4.3.3.a muestra la pantalla desde la cual se procesarán los datos correspondientes a una jornada de trabajo, estos datos se muestran en forma de archivos.

La figura 4.4.3.3.b muestra la hora en que los camiones pasaron por los puntos de control.

La figura 4.4.3.3.c muestra los resultados del ciclo limpio de los camiones.

La figura 4.4.3.3.d muestran el análisis de la zona de carguío correspondientes a una jornada de trabajo procesada



F. Medición	Nombre	Turno	Ubicación	Inicio	Procesar	Eliminar
24/05/2009	UCHUNTAMBILLO-24/05/2009-NOCHE-19:04:01	NOCHE	UCHUNTAMBILLO	19:04:01		
24/05/2009	UCHUNTAMBILLO-24/05/2009-DIA-07:00:01	DIA	UCHUNTAMBILLO	07:00:01		
23/05/2009	UCHUNTAMBILLO-23/05/2009-NOCHE-19:02:06	NOCHE	UCHUNTAMBILLO	19:02:06		

Copyright Sánchez-Tomasto © 2009 Todos los derechos Reservados

Figura 4.4.3.3.a: Procesar Datos.



Datos Recibidos				Ciclo Limpio		Datos Generales		Observaciones
No	Hora	ce	cc	Salida	Llegada	Toneladas	Paladas	
1	07:01:02	5	0					
2	07:02:00	4	1					
3	07:03:00	4	1					
4	07:04:00	4	1					
5	07:05:00	4	1					
6	07:06:00	4	1					
7	07:07:00	4	1	49		133		
8	07:08:00	4	0					
9	07:09:00	4	0					
10	07:10:00	3	1					
11	07:11:00	3	1					
12	07:12:00	3	1					
13	07:13:00	3	1					
14	07:14:00	3	1					
15	07:15:00	3	1	50		141		
16	07:16:00	3	0					
17	07:17:00	3	0					
18	07:18:00	3	0					
19	07:19:00	3	0					
20	07:20:00	2	1					
21	07:21:00	2	1					
22	07:22:00	2	1					
23	07:23:00	2	1					
24	07:24:00	2	1					

Copyright Sánchez-Tomasto © 2009 Todos los derechos Reservados

4.4.3.3.b: Datos recibidos



4.4.3.3.c: Ciclo limpio



4.4.3.3.d: Análisis de la zona de carguío

Finalmente solo se deberá pulsar en el botón Generar Estadísticas para que se puedan generar los reportes y realizar las comparaciones de datos previamente procesados.

4.4.3.4. Generar Reportes.

Si lo que se desea es generar reportes a partir de la información disponible en la base de datos, se deberá acceder a Generar Reportes.

En la figura 4.4.3.4.a se muestra los archivos que ya han sido procesados, estadísticas que ya están almacenadas.

Al seleccionar la opción Ver, se podrá apreciar el reporte correspondiente.



F. PROCESO	PROCESADO POR	NOMBRE	VER	ELIMINAR
20/04/2009	Ivonne	UCHUNTAMBILLO-16/03/2009-DIA-07:02:03		
20/04/2009	Ivonne	UCHUNTAMBILLO-16/03/2009-DIA-07:02:03		
20/04/2009	Ivonne	UCHUNTAMBILLO-16/03/2009-NOCHE-19:01:02		

Figura 4.4.3.4.a: Estadísticas

La figura 4.4.3.4.b muestra el reporte correspondiente a una jornada de trabajo.

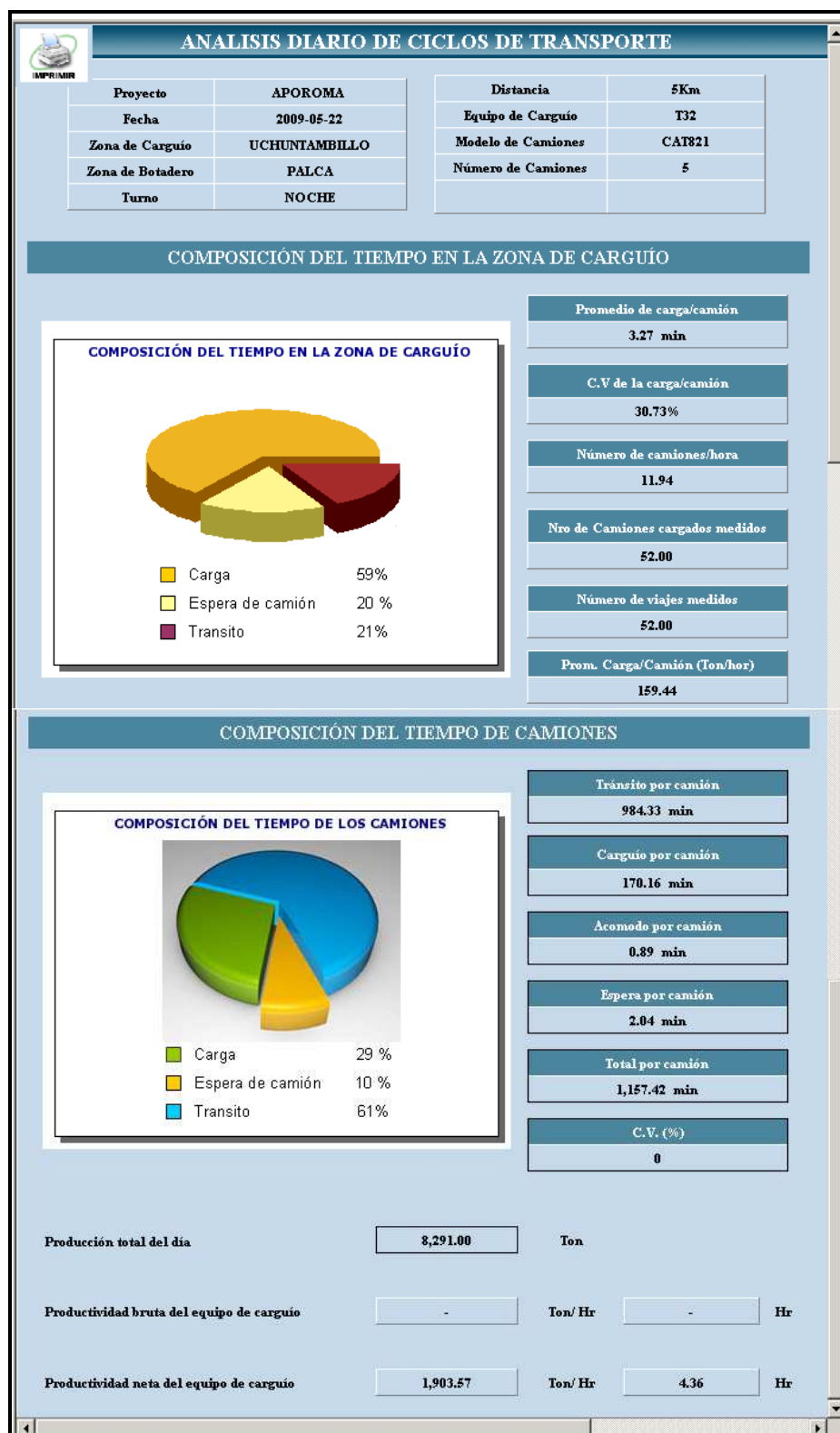


Figura 4.4.3.4.b: Reporte

4.4.3.5 Comparaciones.

Finalmente podrán realizar comparaciones de las estadísticas generadas, para ello accederemos a Comparar.

En la figura 4.4.3.5.a se muestran los tres tipos de comparación que se podrán realizar.



Figura 4.4.3.5.a: Tipos de comparación

La figura 4.4.3.5.b muestra la comparación por intervalo.

La figura 4.4.3.5.c muestra la comparación por mes y la figura 4.4.3.5.d, 4.4.3.5.e, 4.4.3.5.f y 4.4.3.5.g los resultado de ésta comparación.

The screenshot shows the SISCONT web application interface. At the top, there is a header with the SISCONT logo and a background image of a construction site. Below the header, the word 'COMPARAR' is displayed in a blue bar. The main content area has the title 'Seleccione el tipo de Comparación' (Select the type of Comparison). There are three icons representing different comparison types: 'Intervalo' (Interval), 'Mes' (Month), and 'Dia' (Day). The 'Intervalo' icon is selected. Below the icons, there is a form titled 'Elija Intervalo de tiempo' (Choose time interval). The form contains three fields: 'TURNO' (Shift) with a dropdown menu showing 'Dia', 'FECHA INICIAL' (Initial Date) with a dropdown menu showing '2009-05-20', and 'FECHA FINAL' (Final Date) with a dropdown menu showing a list of dates from '2009-05-20' to '2009-05-23'. A 'COMPARAR' button is located below the form. A blue curved arrow icon is visible on the left side of the form. At the bottom, there is a copyright notice: 'Copyright Sánchez-Tomasto © 2009 Todos los derechos Reservados'.

Figura 4.4.3.5.b: Comparación por intervalo

The screenshot shows the SISCONT web application interface. At the top, there is a header with the SISCONT logo and a background image of a construction site. Below the header, the word 'COMPARAR' is displayed in a blue bar. The main content area has the title 'Seleccione el tipo de Comparación' (Select the type of Comparison). There are three icons representing different comparison types: 'Intervalo' (Interval), 'Mes' (Month), and 'Dia' (Day). The 'Mes' icon is selected. Below the icons, there is a form titled 'Elija mes y año para comparación mensual' (Choose month and year for monthly comparison). The form contains three fields: 'Mes' (Month) with a dropdown menu showing 'Mayo', 'Año' (Year) with a dropdown menu showing '2009', and 'Turno' (Shift) with a dropdown menu showing a list of shifts: 'Dia' and 'Noche'. A 'COMPARAR' button is located below the form. A blue curved arrow icon is visible on the left side of the form. At the bottom, there is a copyright notice: 'Copyright Sánchez-Tomasto © 2009 Todos los derechos Reservados'.

Figura 4.4.3.5.c: Comparación por mes

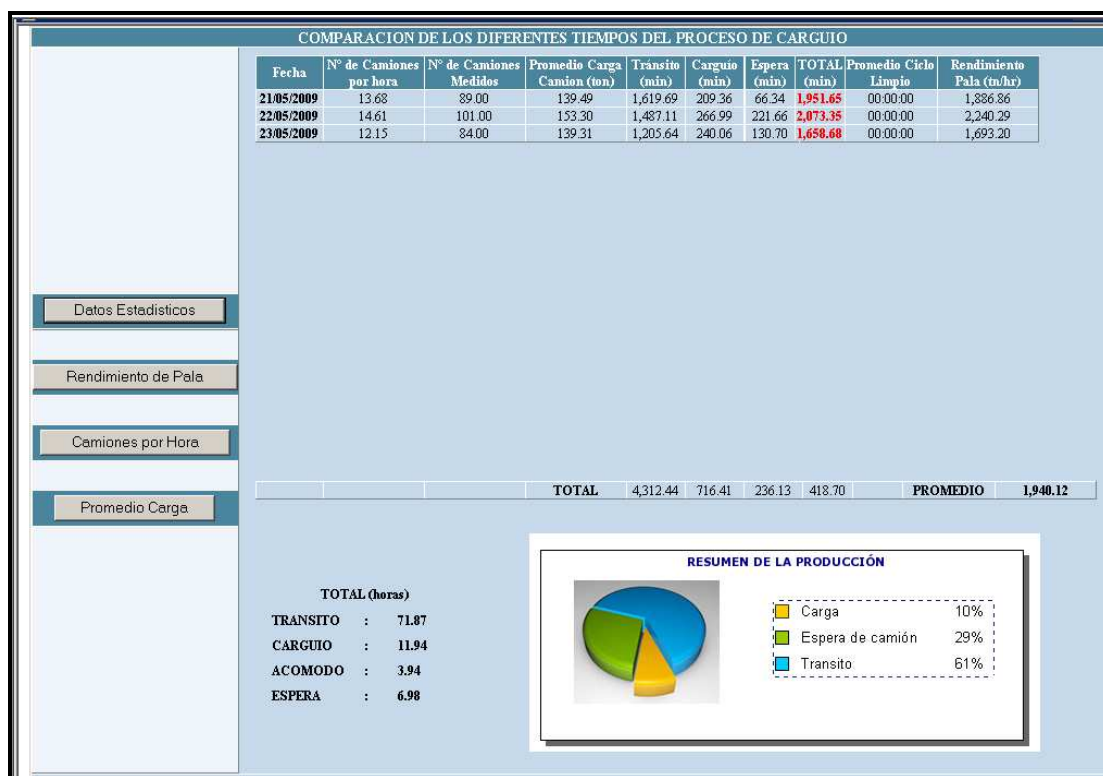


Figura 4.4.3.5.d: Datos estadísticos por mes



Figura 4.4.3.5.e: Rendimiento de pala por mes

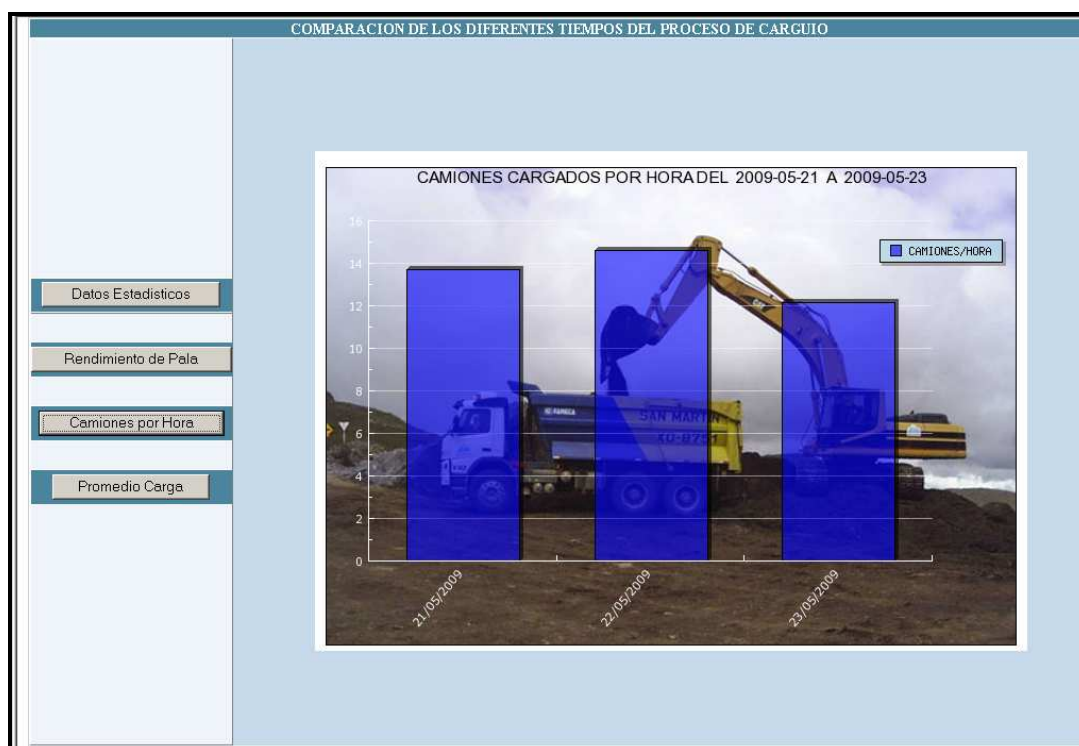


Figura 4.4.3.5.f: Camiones por hora en un mes

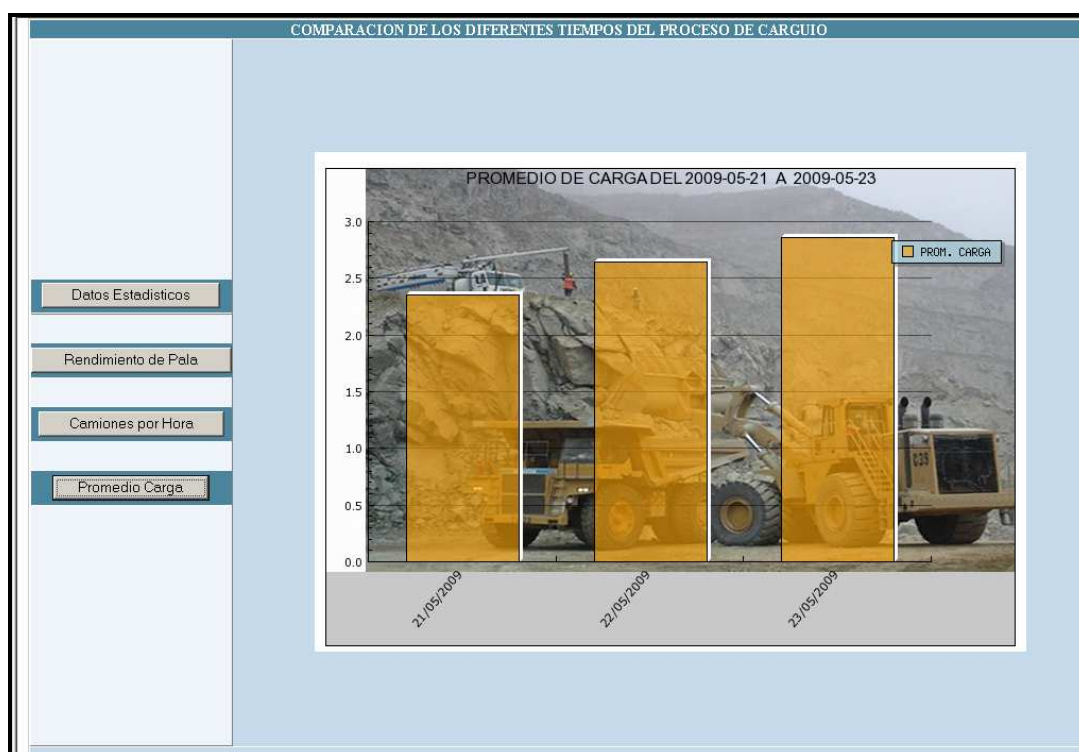


Figura 4.4.3.5.g: Promedio de carga en un mes

La figura 4.4.3.5.h muestra la comparación por día y la figura 4.4.3.5.i su resultado.

The screenshot shows the SISCONT web application interface. At the top, there is a header with the SISCONT logo and a background image of a mining site. Below the header, the word "COMPARAR" is displayed in a blue bar. The main content area is titled "Seleccione el tipo de Comparación" and features three icons: "Intervalo" (a calendar icon), "Mes" (a calendar icon with a magnifying glass), and "Dia" (a calendar icon). Below these icons, there is a section titled "Elija fecha para comparación por turnos" which includes a "Fecha" label, a colon, and a dropdown menu showing "2009-05-25". A "COMPARAR" button is located below the date selection. A blue curved arrow icon is visible on the left side of the interface. At the bottom, a copyright notice reads "Copyright Sánchez-Tomasto © 2009 Todos los derechos Reservados".

Figura 4.4.3.5.h: Comparación por día

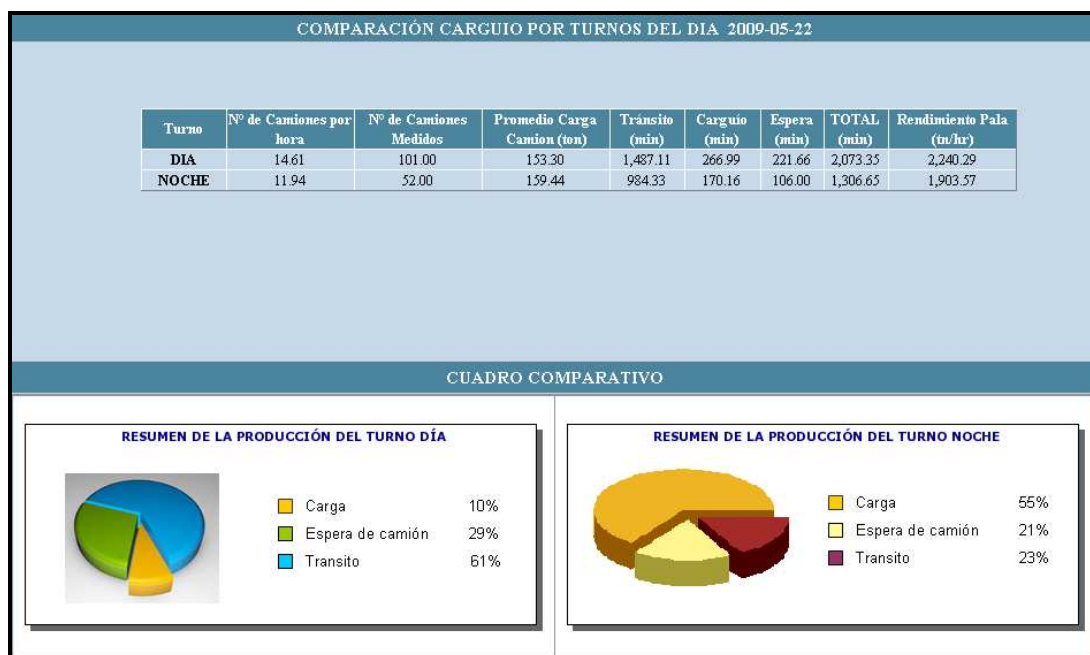


Figura 4.4.3.5.i: Comparación de carguío por día

4.5. Requerimientos para la Construcción

4.5.1 Ordenador

Se considera seguir usando el ordenador portátil existente en la planta. A continuación presentamos las características del ordenador portátil.

Características de la PC	
Procesador	Intel Pentium M 3.4 GHz Bus 800MHz
Memoria	1GB
Disco duro	80 GB
Incorpora	Video : Mobile Intel Graphics Media Accelerator X3100
	Red : 10/100, Modem
	Wireless LAN Intel Wi-Fi Link 5100AGN (802,11a/g/n)
	LAN 10/100 Ethernet LAN
	Puerto USB 2.0 : 4
	Monitor externo (DB-15) : 1
	RJ-11: 1 RJ-45: 1
	Ranura express card (34/54)
Batería	Tipo : LI-ION (7200 mAh)

Tabla 4.5.1: Características del ordenador

4.5.2 Tarjeta RFID

La tarjeta a usar será *Cargo TAG Symbol de Motorola* [17]. Ofrece durabilidad, flexibilidad y un diseño robusto capaz de soportar cualquier condición ambiental, vibraciones, choques, lluvia, polvo, aceite y productos químicos, condiciones que son cotidianas en minería, permite apego a casi cualquier superficie plana incluyendo metal, plástico y madera.

Esta tarjeta tiene un rendimiento de lectura de hasta 12.19 m, que satisface nuestras necesidades, posee un almacenamiento de datos seguro, memoria de 96 bits con control de 16 bits para las funciones de bloqueo y eliminación.

Es del tipo pasiva, lo cual reduce su costo ya que prácticamente son libres de mantenimiento durante toda su vida a diferencia de las etiquetas activas que usan baterías. Esta etiqueta es compatible con EPC Clase 1 Gen 2, el cumplimiento con los estándares asegura compatibilidad con cualquier sistema RFID Gen 2.



Figura 4.5.2: Tarjeta RFID Cargo Symbol de Motorola

Características de la Tarjeta RFID Cargo Symbol de Motorola	
Dimensiones	152,4 x152.4 x 13,46 mm
Tiempo de vida	5 años
Funcionalidad	Lectura/Escritura
Memoria	96 bits con 16 bits de control para configuración de funciones
Frecuencia de funcionamiento	Banda UHF, 860-960 MHz
Protocolo de radio frecuencia	EPC global Gen 2, Class 1
Distancia de lectura	Hasta 6,09 m (865,6 MHz - 867,6 MHz)
	Hasta 12,19 m(902 MHz - 928 MHz)
	Hasta 13,71 m(952 MHz - 954 MHz)
Humedad operacional	5 a 95% sin condensación
Temperatura de funcionamiento	-40 °a +70 °C

Tabla 4.5.2 Características de Tarjeta RFID Cargo Symbol de Motorola

4.5.3 Lector de RFID

El lector a usar será el *Symbol Technologies RD5000*, un lector RFID de segunda generación compacto, está preparado para operar sin cables e incorpora una antena integrada, una conexión bluetooth y conectividad inalámbrica. Estas prestaciones combinadas con las pequeñas dimensiones del lector y la plataforma Microsoft Windows CE 5.0, facilitan su instalación, mantenimiento e integración con los procesos y las redes ya existentes.

El lector portátil de RFID RD5000 también soporta el sistema de switching inalámbrico por radio frecuencia de última generación (Wi-NG) con el que las organizaciones podrán instalar y gestionar fácilmente las nuevas redes de radio frecuencia desde un punto centralizado.

El robusto diseño del RD5000 ha soportado pruebas que demuestran su resistencia a golpes e impactos en los entornos de trabajo más duros, y está sellado siguiendo la especificación técnica IP66 para su protección contra polvo y agua.

Para maximizar la vida de la batería durante los turnos de trabajo, el lector RFID portátil RD5000 está equipado con unos sensores que detectan la proximidad del dispositivo a los artículos etiquetados y apagan el lector cuando no está en movimiento o está fuera del radio de lectura de las etiquetas próximas [17].



Figura 4.5.3: Lector RFID *Symbol Technologies RD5000*

Características Lector RFID Symbol Technologies RD5000	
Dimensiones	H17.78 cm x 22.86 cm x 5.08 cm
Peso	1.64 kg
CPU	Intel® XScale® Bulverde PXA270 processor at 624 MHz
Memoria	64 MB/64 MB
Sistema operativo	Microsoft Windows CE 5.0
Humedad	5% a 95% sin condensación
Temperatura de almacenamiento	-40°to 70°C
Temperatura de funcionamiento	-20°to 50°C
Antena	Integrada, polarizada circularmente, 1,5 dB de nivel efectivo por eje lineal (nominal); puerto de antena para el futuro apoyo de antena externa opcional
Normas compatibles	DRM con EPC Gen 2 (DRM cumple hasta 0,5 vatios)
Potencia de salida	1W conductividad (1.4W EIRPcon antena integrada)
Rango de frecuencia	802.11a - 5 GHz; 802.11b – 2.4 GHz; 802.11g – 2.4 GHz
Tasa de datos	802.11a: hasta 54 Mbps; 802.11b: hasta 11 Mbps;802.11g: hasta 54 Mbps
WLAN	IEEE 802.11a/b/g

Tabla 4.5.3: Características del Lector RFID *Symbol Technologies RD5000*

4.5.4 Punto de Acceso – Router RFID

Que se conectara al ordenador y es quien reciba la información de los lectores RFID. Es conveniente el uso de un dispositivo inalámbrico ya que en las zonas de carguío es complicado el tendido de cables.

El equipo ha utilizar es Symbol AP 5181 Access Point, que soporta todos los tipos de climas, tiene router integrado, firewall, DHCP, AAA y servicios de hot spot de esta manera provee soluciones versátiles para WLAN de exterior. El router que

integra el Access Point así como el firewall y el servidor DHCP aseguran actualizaciones así como mantenimiento sin tener que adicionar hardware. El servidor AAA y el hot spot facilitan los servicios integrados para autenticidad y acceso publico para manejar o administrar.

Este dispositivo cuenta con servicio WiFi (WMM) está protegido con un cuerpo contra agua NEMA 4X IP56 y con luz integrada convierte a esta unidad a que soporte vientos, lluvia y temperaturas altas, estas dos características se ajustan a las necesidades, motivo por el cual se eligió este equipo.



Figura 4.5.4: Access Point Symbol AP 5181

4.5.5 Software

4.5.5.1 Base de Datos

El motor de base de datos que utilizaremos será MySQL, pudiendo ser SQL Server, Oracle u otro manejador, por lo que nos preocuparemos en realizar aplicaciones que sean compatibles con los manejadores más populares del mercado, de modo que pudiera implementarse en casos reales sin que el manejador de base de datos a elegir represente un problema.

4.5.5.2 Lenguaje de programación

El lenguaje de programación que planteamos para el desarrollo del sistema es PHP, que es un lenguaje ampliamente usado y que está diseñado especialmente para desarrollo Web y puede ser incrustado dentro de código HTML.

4.5.5.3 Modelador de Base Datos

MicroOLAP Database Designer es un sistema de desarrollo visual previsto para el diseño, modelado, creación, modificación e ingeniería reversa de base de datos de forma potente y fácil. Está especialmente desarrollado para bases de datos MySQL. Soporta ANSI-92/ANSI-99 y extensiones de sintaxis SQL de MySQL.

4.5.5.4 Software de apoyo

WinQSB, es un sistema interactivo de ayuda a la toma de decisiones que contiene herramientas para resolver distintos tipos de problemas en el campo de la investigación operativa. El sistema está formado por distintos módulos, uno para cada tipo de modelo o problema. El módulo que usaremos es Análisis de Colas (QA), que resuelve y evalúa la actuación de un sistema de colas y costos.

Este software es distribuido gratuitamente.

4.5.5.5 Recursos Humanos

- 01 Jefe de Proyecto.
- 01 Analista de Sistema.
- 02 Programadores.
- 01 Administrador de Base de Datos.
- 01 Testador.

4.5.6. Cronograma de Desarrollo

El desarrollo del sistema implica un tiempo de 112 días útiles.

En la tabla 4.4.6 se muestra el cronograma de desarrollo.

Tareas	Duración
Definición de la solución	22 días
Captura de requisitos	7 días
Análisis del sistema	15 días
Diseño dirigido al cliente	16 días
Definición de perfiles de usuario	2 días
Elaboración de prototipo de interfaces	7 días
Modelamiento de datos y procesos	7 días
Diseño dirigido a la construcción	5 días
Diseño de la arquitectura del sistema	5 días
Desarrollo	47 días
Construcción de la base de datos	10 días
Desarrollo de los módulos	20 días
Pruebas integrales	7 días
Elaboración manual del sistema	5 días
Elaboración manual del usuario	5 días
Pruebas del cliente	17 días
Capacitación a nivel funcional	5 días
Capacitación a nivel técnico	5 días
Pruebas integrales del cliente	7 días
Entrega del producto	5 días
Implantar sistema	2 días
Entrega de documentación	2 días
Cierre del proyecto	1 día
Tiempo total	112 días

Tabla 4.5.6 Cronograma de desarrollo

4.5.7. Inversión

La inversión para el desarrollo del sistema se estima en S/.17498.

En la tabla 4.4.7 se detallan los costos relacionados al desarrollo del sistema.

Descripción	Cantidad	Precio	Total
Hardware			7118
Ordenador	1	1800	1800
Tarjeta RFID	6	3	18
Lector RFID	6	300	1800
Acces Point RFID	1	3000	3000
Tarjeta controladora	1	100	100
Tranquera	1	400	400
Software			380
PHP	0	0	0
MySQL	0	0	0
MicroOlap	1	380	380
WinQSB	1	400	0
Recursos Humanos		10000	10000
Costo total			17498

Tabla 4.5.7 Inversión de desarrollo

4.5.8. Políticas

El automatizar el proceso de carguío y transporte conlleva a cambios en la metodología de trabajo dentro de la empresa.

Los principales cambios que se tendrán son:

- Incluir el uso de tarjetas y lectores RFID para el control del proceso de carguío y transporte, sustituyendo el control manual que se viene realizando.
- Capacitar al personal involucrado en el uso del sistema una vez desarrollado.
- Utilizar los reportes emitidos por el sistema como referencia para tomar decisiones de adquirir, alquilar o rentar excavadoras, camiones de carga, etc., según se requiera.

5. Conclusiones y trabajos futuros

5.1 Conclusiones

- Existe una gran variedad de tecnologías de autoidentificación en el mercado internacional. Habiendo estudiado cada una de ellas consideramos que RFID es una tecnología de múltiples aplicaciones para las diversas áreas organizacionales o empresariales, con éxitos probados, presentando atractivas ventajas respecto a otras tecnologías de autoidentificación.
- Cada vez están aumentando aplicaciones apoyadas en tecnología RFID, las empresas, organizaciones y gobiernos buscan incrementar la eficiencia, productividad y reducción de costos haciendo uso de esta tecnología.
- Para nuestro caso de estudio elegimos RFID principalmente por sus tres cualidades: la capacidad de poder leer etiquetas a distancia y sin necesidad de línea de vista, la capacidad de lectura/escritura y el poder identificar a elementos como únicos, además de su resistencia a medios hostiles como en el ámbito minero en el que tenemos presencia de suciedad, polvo, metales, líquidos y ambiente agresivo.
- Nuestra solución permitirá controlar el acceso de los camiones de transporte a la cola, a la entrada y salida de la zona de carga, puntos en los cuales se instalarán lectores RFID que se encargaran de realizar la lectura de los TAG adherido al parabrisas del vehículo identificándolo y tomando los tiempos a su paso por cada uno de ellos, para registrarlos en la base de datos a través de una red inalámbrica, esto último debido a que en el medio en el que se realizan las operaciones dificulta el tendido de cableado.
- Tener información adecuada, en el momento preciso, para tomar la decisión correcta, es elemental para el éxito de una empresa, por ello la importancia de controlar los tiempos asociados al proceso de carguío y transporte que generen la información requerida a través de reportes y estadísticas.

5.2 Trabajos futuros

El uso de tarjetas RFID puede extenderse a:

- Control de personal.
- Prevención de colisiones entre vehículos.
- Localización de personal en áreas de peligro.
- Control de personas y vehículos que ingresan a minas subterráneas.
- Control de acceso de vehículos no autorizados a la zonas de peligro.

BIBLIOGRAFIA

- [1] José María Ciudad Herrera, Eduard Samà Casanovas, "ESTUDIO, DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE RFID BASADO EN EPC", Universidad Politécnica de Cataluña, Pre-Grado (2006) España.
- [2] Klaus Finkenzeller, Rfid Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification, Wiley (2008) USA.
- [3] Albrecht Katherine, Etiquetas personales de RFID. Revista de Investigación y Ciencia, (2008), 39 pgs.
- [4] V. Daniel Hunt, Albert Puglia, Mike Puglia RFID A Guide to Radiofrequency Identification, Wiley-Interscience (2007) USA.
- [5] B. Venkatalakshmi †, P. Vijayalakshmi, S. Manjula, Smart Shop Floor–A Case Study on RFID Enabled Metal Tube Manufacturing Process. RFID Journal (2009) 5 pgs.
- [6] International Organization for Standardization (ISO) Information technology - Radio frequency identification for item management -- Part 1: Reference architecture and definition of parameters to be standardized http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=46145
- [7] International Organization for Standardization (ISO) Information technology - Radio frequency identification for item management -- Implementation guidelines -- Part 1: RFID-enabled labels and packaging supporting ISO/IEC 18000-6C http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=41881
- [8] Global standards for the Electronic Product Code (EPCglobal) Class 1 Generation 2 UHF Air Interface Protocol Standard "Gen 2" <http://www.epcglobalinc.org/standards/uhfc1g2/>

- [9] Hamdy A. Taha, Investigación de operaciones, Pearson Educación (2004) Mexico.
- [10] RFIDSystems, Casos de estudio
<http://www.rfidsystems.com.br/espanol/cases.php?noticia=2>
- [11] SicTranscore Latinoamérica, Sistema de Gestion de peajes.
<http://www.sictranscore.com/Peaje.html>
- [12] SicTranscore Latinoamérica, Sistema de Gestion de Flotas.
<http://www.sictranscore.com/Flotas.html>
- [13] Red latinoamericana de RFID, Universidad de Lima implanta tecnología RFID en su nueva biblioteca.
<http://www.rfidpoint.com/content/view/419/37/lang,spanish/>
- [14] Alberto Gómez Gómez, Borja Ena-Rodríguez, Paolo Priore Moreno, RFID en la gestión y mantenimiento de bibliotecas. ISSN 1386-6710, Vol. 16, N° 4, (2007),
- [15] Norma Técnica Peruana NTP-ISO/IEC 12207: 2006 TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN. Procesos del ciclo de vida del software.
<http://www.bvindecopi.gob.pe/normas/isoiec12207.pdf>
- [16] Cesar liza Avila, Modelando con UML, Principios y Aplicaciones, Editorial Imprenta RJ S. R. Ltda. (2001) Perú.
- [17] Motorota, Business Products & service.
<http://www.motorola.com/business/v/index.jsp?vnextoid=205ce90e3ae95110VgnVCM1000008406b00aRCRD>
- [18] Konrad Konarski, Sam Falsa, Ben Zoghi, and Paul Younan, Implementing Wireless & RFID Technology in the Oil Field: A cost saving decision in times of economic downturn. RFID Journal, (2009) 28 pgs.

- [19] Alien Technology Corporation and RFID Switchboard, Pharmaceutical Shifts Towards UHF RFID for Savings. RFID Journal (2008) 15 pgs.
- [20] M.C. Fernando R. Feuchter A, Los sistemas agrónomos en la producción agropecuaria. El uso de microfrecuencias RFID y microcódigos sintéticos-. REDVET, Vol. VIII N° 6, (2007) 5pgs.
- [21] Vernice Ruiz Palomino, Eduardo Sandoval Fuentes, ANALISIS DE LA TECNOLOGIA RFID: VENTAJAS Y LIMITACIONES, Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior De Ingeniería Mecánica y Eléctrica Pre-Grado (2008) MÉXICO D.F.
- [22] Iker Mayordomo Lastra, "DESIGN, ANALYSIS AND IMPLEMENTATION OF A LONG-RANGE RFID READER FOR PASSIVE WIRELESS SENSORS", Universidad de Navarra Centro de Estudios e Investigaciones Técnicas de Gipuzkoa (CEIT), doctorado (2008) España.
- [23] Luis Ruiz Garcia "Desarrollo de un sistema de monitorización para el transporte frigorífico de frutas y hortalizas" Universidad Politécnica de Madrid Tesis Doctoral (2008) España.
- [24] Syed Ahson, Mohammad Ilyas RFID Handbook: Applications, Technology, Security, and Privacy CRC Press 1 edition (March 18, 2008) Florida USA.
- [25] Dr. Dirk Henrici RFID Security and Privacy: Concepts, Protocols, and Springer; 1 edition (May 29, 2008) Alemania.

ANEXO A

Entrevistas

Ing. Christian Altamirano Macedo

Coordinador de Proyectos Consultora JLV

1. ¿Qué procesos considera relevantes dentro de la minería?

Todos los procesos son relevantes, ya que cada uno de ellos constituye un eslabón dentro de la cadena de producción minero.

2. ¿Dentro de la producción minera que rol juega el proceso de carguío y transporte?

Particularmente lo considero como uno de los más relevantes ya que es el encargado de la distribución del mineral para su procesamiento.

3. ¿Cuáles son los principales elementos que interviene en dicho proceso?

En el proceso de carguío y transporte son varios los elementos que intervienen tales como las fajas transportadoras, tuberías, cable carriles y los que no pueden faltar tanto en los procesos simples o complejos son la excavadora y los camiones de carga.

4. ¿Bajo que criterio se determina el número, alquiler o adquisición adicional de una excavadora para el proceso de carguío?

En base a mediciones anteriores, según el criterio y experiencia de los encargados de campo.

5. ¿De que manera determinan la cantidad de camiones en el proceso de carguío y transporte?

Del mismo modo anterior. Además si se alquila la segunda excavadora, como se suele hacer entonces se procurará tener la mayor cantidad de camiones.

6. ¿Cuáles son las deficiencias en el proceso de carguío y transporte que se han identificado hasta este momento?

Los camiones asignados para el transporte del mineral generan tiempos de espera no deseados alrededor de la zona de carga, en ocasiones la excavadora esta inactiva debido a que los camiones demoran demasiado tiempo en volver a la cola.

7. ¿De que manera se realiza el control de los tiempos involucrados en el proceso de carguío y transporte?

Se viene realizando de manera manual. Una persona toma anotaciones de la hora en que los camiones acceden a la cola y el tiempo que demoran en realizar la carga. Luego esa información es pasada a un formato Excel. Considero que la información que se recopila no es del todo fiable, ya que el encargado de las anotaciones puede incurrir en errores ya sea por distracción o por necesidades biológicas.

Ing. Rommel Cotapallapa Vera

Gerente de Operaciones de la Mina Iscaycruz

1. ¿Qué procesos considera relevantes dentro de la minería?

En mi opinión no hay proceso en minería que tenga menos importancia que otro, ya que todas en su conjunto nos permiten alcanzar los objetivos generales.

2. ¿Dentro de la producción minera que rol juega el proceso de carguío y transporte?

Es uno de los procesos críticos por todo lo que implica la carga, transporte, seguridad del mineral transportado a los diferentes destinos (chancado, stok, plantas de procesamiento, botaderos, etc.)

3. ¿Cuáles son los principales elementos que interviene en el proceso de carguío y transporte?

Es relativo al tipo de material a transportar, la cantidad, y los destinos asignados, en función a estos y otros aspectos se determinan el número de excavadoras, la capacidad de los camiones de carga, el personal necesario y los tiempos esperados, etc.

4. ¿Bajo que criterio se determina el número, alquiler o adquisición adicional de una excavadora para el proceso de carguío?

El número de excavadoras lo determinamos basados en los reportes alcanzados a la gerencia, y considerando los aspectos explicados en la respuesta anterior.

5. ¿De que manera determinan la cantidad de camiones en el proceso de carguío y transporte?

Tal como lo explicamos para el caso de la excavadora.

6. ¿Cuáles son las deficiencias en el proceso de carguío y transporte que se han identificado hasta este momento?

Una de las cosas que genera preocupación son los tiempos muertos de la excavadora, los mismos que conllevan a un costo alto en dicho proceso ya que es una de las maquinas que simbolizan mayor costo de operación, además la forma manual en que se controla el proceso, retarda el procesamiento oportuno y fiable de la información.

7. ¿De que manera se realiza el control de los tiempos involucrados en el proceso de carguío y transporte?

Se cuenta con un personal capacitado para controlar los tiempos y elaborar informes diarios, que posteriormente serán revisados, depurados y vaciados en la base de datos para su procesamiento.

Ing. Paula Cotapallapa Vera

Jefe del Area de Control de Calidad de Graña y Montero

1. ¿Podría usted afirmar que el proceso de carga y transporte es vital en minería?

Por supuesto que sí.

2. ¿Considera que hay deficiencias en este proceso?

Si, principalmente la falta de control de tiempo tanto de la excavadora como de los vehículos, hasta ahora no se ha podido establecer un tiempo promedio de espera de los vehículos para ser atendidos, ni el tiempo promedio en que la excavadora debe cargar a un vehículo, etc.

3. ¿Actualmente de que manera realizan el control de este proceso?

Como explique en la pregunta anterior, carecemos de un control apropiado y el control se viene realizando de manera manual.

4. ¿De que manera considera se debería llevar este control?

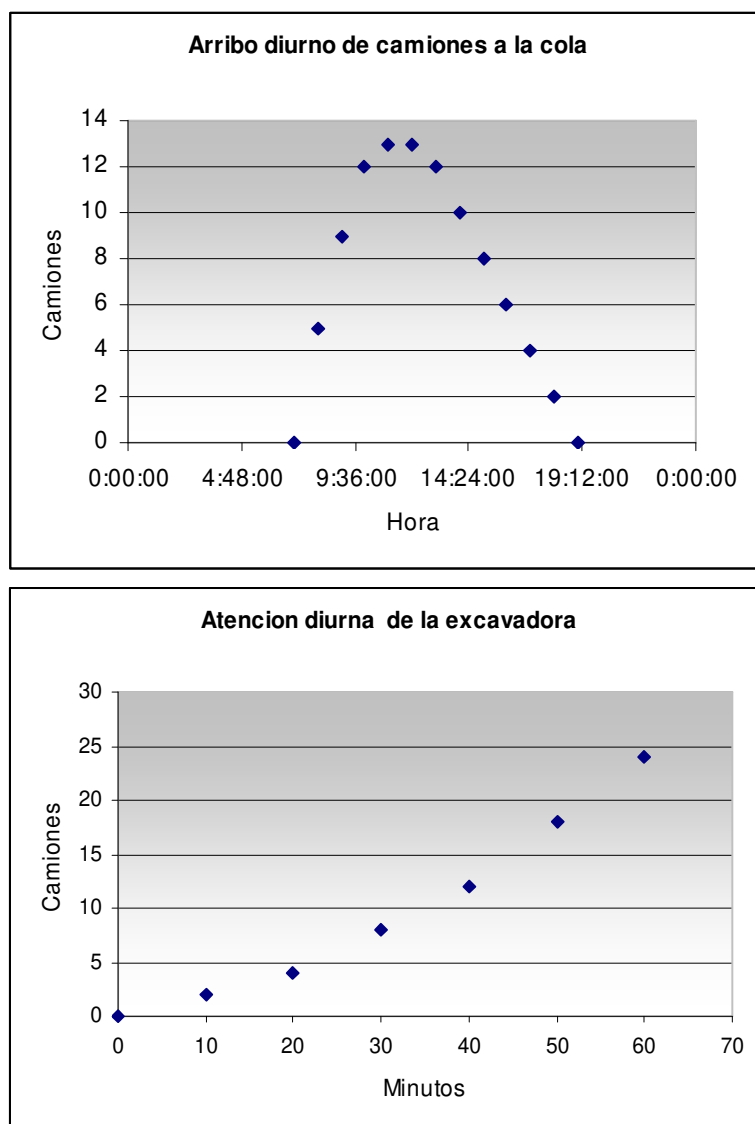
El control debería ser automatizado, para tener información que nos permitan establecer políticas de trabajo en campo y así poder tener historiales que nos indiquen la manera correcta de operar.

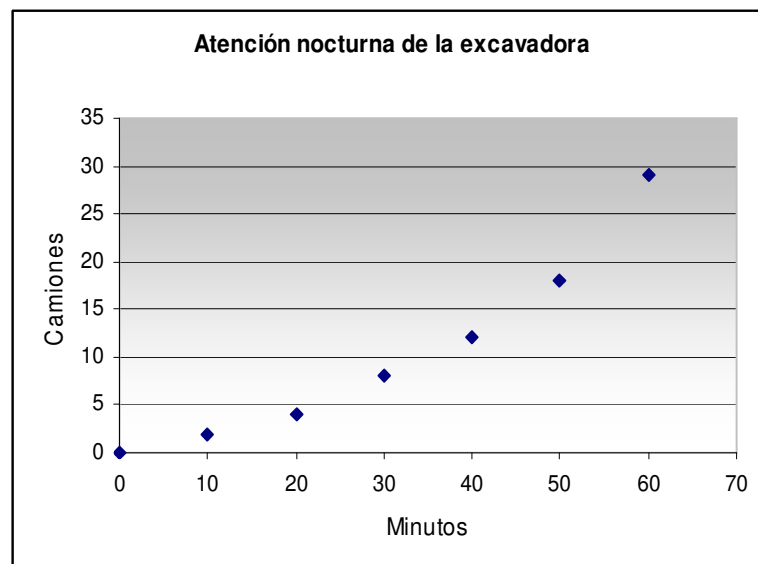
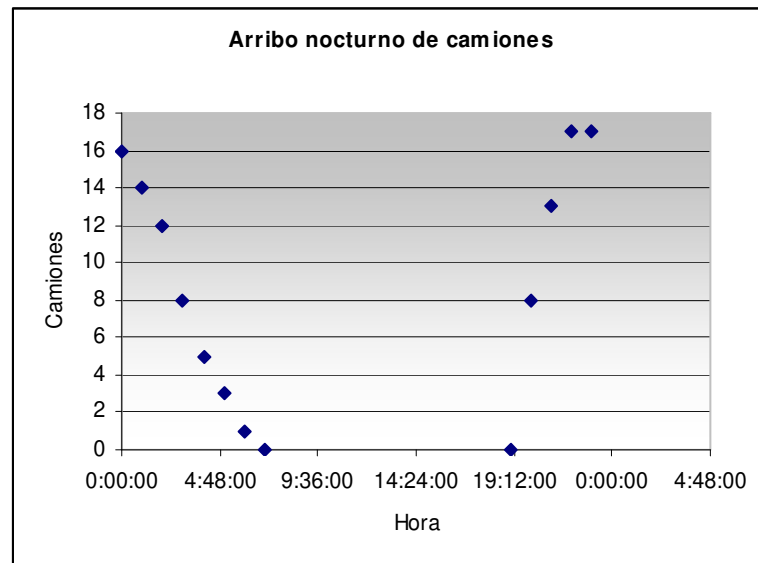
ANEXO B

Simulación del proceso de carguío y transporte

Las observaciones se realizaron en campo durante una semana, los trabajos se realizan en dos turnos.

Análisis de Capacidad: El análisis de capacidad se realizará para comparar los costos de configuraciones diferentes del número de servidores y capacidades de la cola.





B.1 Análisis en el turno diurno

Numero de camiones : 4

Numero de Excavadoras : 1

Numero de llegadas a la cola en una hora : 13

El costo por hora de un camión de 25 toneladas es de \$ 35 por hora y el costo por hora de la excavadora es de \$ 100 por hora.

La excavadora atiende a razón de 2.41 minutos por camión siguiendo una distribución Exponencial, los camiones llegan a la cola siguiendo una distribución Poisson.

Variables a usar:

- Numero de servidores = 1
- $\lambda = 13$ camiones por hora
- $\mu = 1/2.41$ minutos = 24 camiones en una hora

En la tabla B.1.1 se muestran los datos de entrada para la simulación:

Data Description	ENTRY
Number of servers	1
Service rate (per server per hour)	24
Customer arrival rate (per hour)	13
Queue capacity (maximum waiting space)	4
Customer population	M
Busy server cost per hour	35
Idle server cost per hour	
Customer waiting cost per hour	
Customer being served cost per hour	100
Cost of customer being balked	
Unit queue capacity cost	

Tabla B.1.1: Datos de entrada para simulación del turno diurno

M, representan un valor infinito.

En la tabla B.1.2 se muestran los resultados obtenidos de la medida de la ejecución.

En la tabla B.1.3 se muestran los resultados anteriores traducidos.

02-25-2009	Performance Measure	Result
1	System: M/M/1/5	From Formula
2	Customer arrival rate (λ) per hour =	13.0000
3	Service rate per server (μ) per hour =	24.0000
4	Overall system effective arrival rate per hour =	12,7150
5	Overall system effective service rate per hour =	12,7150
6	Overall system utilization =	52,9790 %
7	Average number of customers in the system (L) =	1,0263
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	0,4966
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	0,9373
10	Average time customer spends in the system (W) =	0,0807 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0,0391 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0,0737 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	47,0210 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw or Pb) =	52,9790 %
15	Average number of customers being balked per hour =	0,2850
16	Total cost of busy server per hour =	\$18,5427
17	Total cost of idle server per hour =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	\$0
19	Total cost of customer being served per hour =	\$52,9790
20	Total cost of customer being balked per hour =	\$0
21	Total queue space cost per hour =	\$0
22	Total system cost per hour =	\$71,5217

Tabla B.1.2: Resultados obtenidos de la medida de ejecución para turno diurno obtenida por WinQSB

1	Llegada del cliente por hora	13
2	Tasa de servicio por servidor por hora	24
3	Tasa de llegada eficaz al sistema global	12,7150
4	Tasa de servicio eficaz del sistema global por hora	12,7150
5	Tasa de ocupación del sistema	52,9790%
6	Numero promedio de camiones en el sistema (L)	1,0263
7	Numero promedio de camiones en la cola (Lq)	0,4966
8	Numero promedio de camiones en la cola para un sistema ocupado (Lb)	0,9373
9	Tiempo promedio que un cliente pasa en el sistema W	0, 0807
10	Tiempo promedio que un cliente pasa en la cola Wq	0,0391
11	Tiempo promedio que un cliente para un sistema ocupado (Wb)	0,0737
12	Probabilidad de que todos los servidores estén ociosos (Po)	47,0210%
13	Probabilidad de que un cliente espere a llegar al sistema (Pw o Pb)	52,9790%
14	Número promedio de camiones que no serán atendidos por el sistema por hora	0,2850
15	Costo total de servidor ocupado por hora	\$18,5427
16	Costo total de inactividad del servidor por hora	\$0
17	Costo total de camiones esperando por hora	\$0
18	Costo total de camiones atendida por hora	\$52,9790
19	Costo total de los camiones que no volvieron a usar el sistema	\$0
20	Coste total del sistema por horas	\$71,5217

Tabla B.1.3: Resultados obtenidos de la medida de ejecución traducido

Probabilidades estimadas

Probabilidades estimadas de que existan de 0 hasta 200 camiones en la cola

02-25-2009 10:26:39 n	Estimated Probability of n Customers in the System	Cumulative Probability
0	0,4702	0,4702
1	0,2547	0,7249
2	0,1380	0,8629
3	0,0747	0,9376
4	0,0405	0,9781
5	0,0219	1,0000
6	0	1,0000
7	0	1,0000
8	0	1,0000
9	0	1,0000
10	0	1,0000

Tabla B.1.4: Probabilidades de camiones en cola

En este caso no es necesario ni siquiera llegar a 10 camiones, ya que se puede observar claramente, que las probabilidades de que existan 6 camiones, ya son cero, siendo así de que la probabilidad de que existan 10 camiones sea cero.

Simulación del sistema

Simulation Specification

Random Seed

- ☒ Use default random seed
- ☐ Enter a seed number
- ☐ Use system clock

Queue Discipline

- ☒ FIFO
- ☐ LIFO
- ☐ Random

Random seed number: 27437

Simulation time: 12 hours

Start collection time: 7 hours

Queue capacity: 4

Max. number of data collections: M

OK Cancel Help

Figura B.1.1: Datos ingresados para realizar simulación del sistema

En el que usaremos:

La semilla de aleatoriedad por defecto.

Una disciplina de cola de tipo FIFO (PEPS).

Un tiempo de simulación de cola de 12 horas.

El momento que iniciará la recolección de datos será a las siete horas.

La capacidad de la cola 8.

El máximo de número de recolecciones de datos será infinito (M).

A continuación veremos los siguientes resultados del comportamiento de la cola durante 12 horas:

02-25-2009	Performance Measure	Result
1	System: M/M/1/5	From Simulation
2	Customer arrival rate (λ) per hour =	13,0000
3	Service rate per server (μ) per hour =	24,0000
4	Overall system effective arrival rate per hour =	33,3156
5	Overall system effective service rate per hour =	13,1302
6	Overall system utilization =	48,1462 %
7	Average number of customers in the system (L) =	0,9567
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	0,4752
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	0,9870
10	Average time customer spends in the system (W) =	0,0729 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0,0362 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0,0752 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	51,8538 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw or Pb) =	48,1462 %
15	Average number of customers being balked per hour =	0,3919
16	Total cost of busy server per hour =	\$16,8512
17	Total cost of idle server per hour =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	\$0
19	Total cost of customer being served per hour =	\$122,1620
20	Total cost of customer being balked per hour =	\$0
21	Total queue space cost per hour =	\$0
22	Total system cost per hour =	\$139,0132
23	Simulation time in hour =	12,0000
24	Starting data collection time in hour =	7,0000
25	Number of observations collected =	67
26	Maximum number of customers in the queue =	4
27	Total simulation CPU time in second =	0,0310

Tabla B.1.5: Resultado de la actuación de la cola durante 12 horas obtenidos por WinQSB

1	Llegada del cliente por hora= λ	13 [cl/hr]
2	Tasa de servicio por servidor por hora = μ	24 [cl/hr]
3	Tasa de llegadas eficaces al sistema global por hora	33,3156
4	Tasa de servicio eficaz del sistema global por hora	13,1302
5	Tasa de ocupación del sistema	48,1462 %
6	Numero promedio de camiones en el sistema (L)	0,9567
7	Numero promedio de camiones en la cola (Lq)	0,4752
8	Numero promedio de camiones en la cola para un sistema ocupado (Lb)	0,9870
9	Tiempo promedio que un cliente pasa en el sistema W	0,0729 [horas]
10	Tiempo promedio que un cliente pasa en la cola Wq	0,0362 [horas]
11	Tiempo promedio que un cliente para un sistema ocupado (Wb)	0,0752 [horas]
12	Probabilidad de que todos los servidores estén ociosos (Po)	51,8538%
13	Probabilidad de que un cliente espere a llegar al sistema (Pw o Pb)	48,1462 %
14	Número promedio de camiones que no serán atendidos por el sistema por hora	0,3916
15	Costo total de servidor ocupado por hora	\$ 16,8512
16	Costo total de inactividad del servidor por hora	\$0
17	Costo total de camiones esperando por hora	\$0
18	Costo total de camiones atendida por hora	\$ 122,1620
19	Costo total de los camiones que no son atendidos	\$ 0
20	Costo total de capacidad de cola por hora	\$ 0
21	Coste total del sistema por horas	\$ 139,0132
23	Tiempo de simulación en horas	12
24	Iniciar recolección de datos en el tiempo	7
25	Numero de observaciones realizadas	67
25	Número máximo de camiones en la cola	4
26	Tiempo total de simulación en el CPU	0,0310

Tabla B.1.6: Resultado de la actuación de la cola durante 12 horas traducido

En la tabla B.1.7 veremos las probabilidades estimadas para 10 clientes:

02-25-2009 10:46:43 n	Estimated Probability of n Customers in the System	Cumulative Probability
0	0.5185	0.5185
1	0.2032	0.7218
2	0.1505	0.8723
3	0.0644	0.9368
4	0.0572	0.9939
5	0.0061	1.0000
6	0	1.0000
7	0	1.0000
8	0	1.0000
9	0	1.0000
10	0	1.0000

Tabla B.1.7: Probabilidades estimadas para 10 clientes

Se puede observar que se puede esperar para un tiempo de simulación de 12 horas, **un máximo de 5 camiones** con una probabilidad de casi cero (0.0061).

Análisis de sensibilidad

Select Parameter for Sensitivity Analysis

Select a parameter for analysis

- Number of servers
- Service rate (μ)
- Service pressure coefficient
- Arrival rate (λ)
- Arrival discourage coefficient
- Batch (bulk) size
- Queue capacity
- Customer population
- Busy server cost per hour
- Idle server cost per hour
- Customer waiting cost per hour
- Customer being served cost per hour
- Cost of customer being balked
- Unit queue capacity cost

Specify either approximation or simulation for solution if no close form formula is available.

Solution Method

☒ Approximation by G/G/s

☐ Monte Carlo Simulation

Start from: 1

End at: 2

Step: 1

Number of servers: 1

OK Cancel Help

Figura B.1.2: Datos ingresados para realizar Análisis de Sensibilidad

Si realizamos un análisis de sensibilidad, seleccionando como parámetro de análisis al número de servidores, haciendo que ésta cambie de 1 a 2 con un paso de 1, utilizando el modelo de aproximación G/G/s en caso de no existir una formula para este modelo, podremos ver que manera reacciona el sistema:

Sensitivity Analysis of Number of servers for Carguio Nocturno											
02-25-2009 Value	Effective Arrival Rate	System Utilization	L	Lq	Lb	W	Wq	Wb	P0	Pw	Average Balked
1	12,7150	0,5298	1,0263	0,4966	0,9373	0,0807	0,0391	0,0737	0,4702	0,5298	0,2850
2	12,9941	0,2707	0,5834	0,0420	0,3641	0,0449	0,0032	0,0280	0,5739	0,1153	0,0059

Busy Server Cost	Idle Server Cost	Waiting Customer Cost	Served Customer Cost	Balked Customer Cost	Queue Capacity Cost	TOTAL COST
18,5427	0	0	52,9790	0	0	71,5217
18,9497	0	0	54,1421	0	0	73,0919

Tabla B.1.8: Modelo de aproximación

Podemos observar claramente de que a medida que se incrementa el número de servidores (1-2), los costos totales van aumentando, pudiéndose notar que con 1 servidor se tiene el costo mínimo (715217), Podemos ver el gráfico del análisis de sensibilidad del costo total, en función del número de servidores:

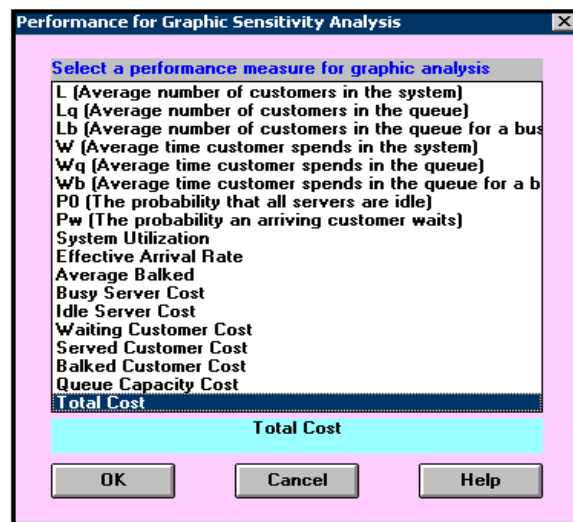


Figura B.1.3 Selección de análisis de sensibilidad para los costos

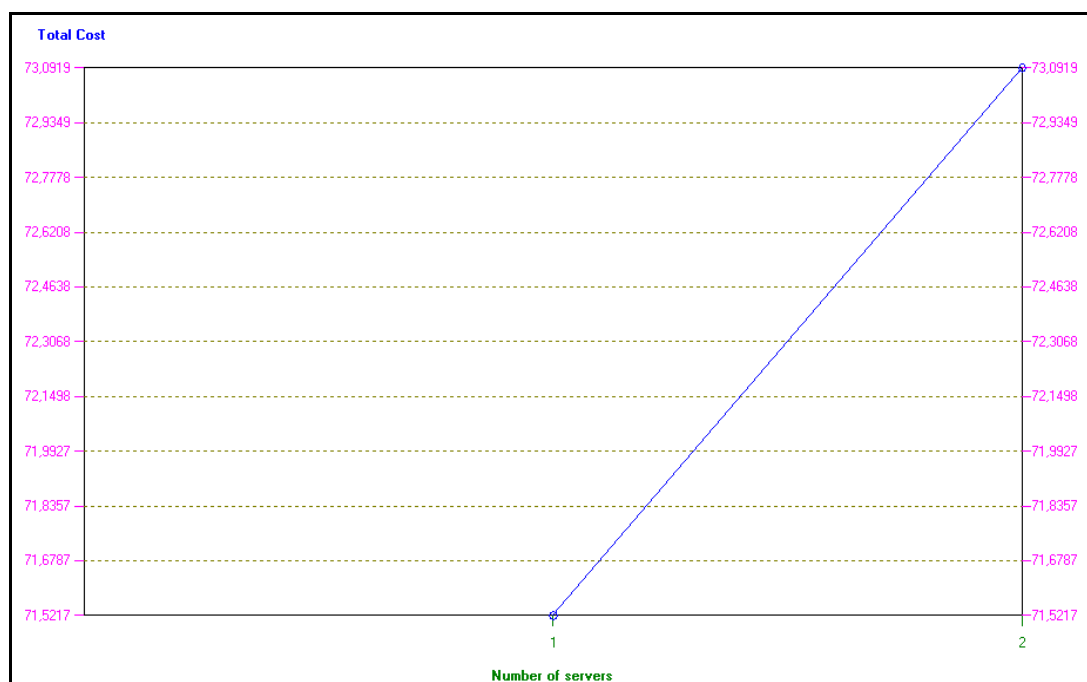


Figura B.1.4: Gráfico del Análisis se sensibilidad

Por lo que la respuesta del **número de servidores a seleccionar es 1.**

B.2 Análisis en el turno nocturno

Numero de camiones : 6

Numero de excavadoras : 1

Numero de llegadas a la cola por hora : 17

La excavadora atiende a razón de 2.05 minutos por camión siguiendo una distribución Exponencial, los camiones llegan a la cola siguiendo una distribución Poisson a razón de 17 camiones por hora en el segundo turno.

Variables a usar:

- Numero de servidores = 1
- $\lambda = 17$ camiones por hora
- $\mu = 1/2.05$ minutos = 29 camiones en una hora

En la tabla B.2.1 se muestran los datos de entrada para la simulación:

Data Description	ENTRY
Number of servers	1
Service rate (per server per hora)	29
Customer arrival rate (per hora)	17
Queue capacity (maximum waiting space)	6
Customer population	M
Busy server cost per hora	100
Idle server cost per hora	
Customer waiting cost per hora	
Customer being served cost per hora	35
Cost of customer being balked	
Unit queue capacity cost	

Tabla B.2.1: Datos de entrada para simulación del turno diurno

M, representan un valor infinito.

En la tabla B.2.2 se muestran los resultados obtenidos de la medida de la ejecución

02-24-2009	Performance Measure	Result
1	System: M/M/1/7	From Formula
2	Customer arrival rate (lambda) per hora =	17,0000
3	Service rate per server (mu) per hora =	29,0000
4	Overall system effective arrival rate per hora =	16,8303
5	Overall system effective service rate per hora =	16,8303
6	Overall system utilization =	58,0355 %
7	Average number of customers in the system (L) =	1,3035
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	0,7232
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	1,2461
10	Average time customer spends in the system (W) =	0,0775 horas
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0,0430 horas
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0,0740 horas
13	The probability that all servers are idle (Po) =	41,9645 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw or Pb) =	58,0355 %
15	Average number of customers being balked per hora =	0,1697
16	Total cost of busy server per hora =	\$58,0355
17	Total cost of idle server per hora =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hora =	\$0
19	Total cost of customer being served per hora =	\$20,3124
20	Total cost of customer being balked per hora =	\$0
21	Total queue space cost per hora =	\$0
22	Total system cost per hora =	\$78,3479

Tabla B.2.2: Resultados obtenidos de la medida de ejecución para turno diurno obtenida por WinQSB

1	Llegada del cliente por hora	17
2	Tasa de servicio por servidor por hora	29
3	Tasa de llegada eficaz al sistema global	16,8303
4	Tasa de servicio eficaz del sistema global por hora	16,8303
5	Tasa de ocupación del sistema	58,0355%
6	Numero promedio de camiones en el sistema (L)	1,3035
7	Numero promedio de camiones en la cola (Lq)	0,7232
8	Numero promedio de camiones en la cola para un sistema ocupado (Lb)	1,2461
9	Tiempo promedio que un cliente pasa en el sistema W	0,0775
10	Tiempo promedio que un cliente pasa en la cola Wq	0,0430
11	Tiempo promedio que un cliente para un sistema ocupado (Wb)	0,0740
12	Probabilidad de que todos los servidores estén ociosos (Po)	41,9645%
13	Probabilidad de que un cliente espere a llegar al sistema (Pw o Pb)	58,0355%
14	Número promedio de camiones que no serán atendidos por el sistema por hora	0,1697
15	Costo total de servidor ocupado por hora	\$58,0355
16	Costo total de inactividad del servidor por hora	\$0
17	Costo total de camiones esperando por hora	\$0
18	Costo total de camiones atendida por hora	\$20,3124
19	Costo total de los camiones que no volvieron a usar el sistema	\$0
20	Coste total del sistema por horas	\$78,3479

Tabla B.2.3: Resultados obtenidos de la medida de ejecución traducido

Probabilidades estimadas

Probabilidades estimadas de que existan de 0 hasta 200 camiones en la cola

02-24-2009 18:01:04 n	Estimated Probability of n Customers in the System	Cumulative Probability
0	0,4196	0,4196
1	0,2460	0,6656
2	0,1442	0,8098
3	0,0845	0,8944
4	0,0496	0,9439
5	0,0290	0,9730
6	0,0170	0,9900
7	0,0100	1,0000
8	0	1,0000
9	0	1,0000

Tabla B.2.4: Probabilidades de camiones en cola

En este caso no es necesario ni siquiera llegar a 10 camiones, ya que se puede observar claramente, que las probabilidades de que existan 8 camiones, ya son cero, siendo así de que la probabilidad de que existan 10 camiones sea cero.

Simulación del sistema

Simulation Specification

Random Seed

- ☒ Use default random seed
- ☐ Enter a seed number
- ☐ Use system clock

Queue Discipline

- ☒ FIFO
- ☐ LIFO
- ☐ Random

Random seed number: 27437

Simulation time: 12 horass

Start collection time: 7 horass

Queue capacity: 6

Max. number of data collections: M

OK Cancel Help

Figura B.2.1: Datos ingresados para realizar simulacion del sistema

En el que usaremos:

La semilla de aleatoriedad por defecto.

Una disciplina de cola de tipo FIFO (PEPS).

Un tiempo de simulación de cola de 12 horas.

El momento que iniciará la recolección de datos será a las seis horas.

La capacidad de la cola 8.

El máximo de número de recolecciones de datos será infinito (M).

A continuación veremos los siguientes resultados de la actuación de la cola durante 12 horas:

02-24-2009	Performance Measure	Result
1	System: M/M/1/7	From Simulation
2	Customer arrival rate (lambda) per hora =	17,0000
3	Service rate per server (mu) per hora =	29,0000
4	Overall system effective arrival rate per hora =	39,1450
5	Overall system effective service rate per hora =	16,3770
6	Overall system utilization =	50,1587 %
7	Average number of customers in the system (L) =	0,9327
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	0,4311
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	0,8595
10	Average time customer spends in the system (W) =	0,0571 horas
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0,0263 horas
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0,0525 horas
13	The probability that all servers are idle (Po) =	49,8413 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw or Pb) =	50,1587 %
15	Average number of customers being balked per hora =	0
16	Total cost of busy server per hora =	\$50,1587
17	Total cost of idle server per hora =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hora =	\$0
19	Total cost of customer being served per hora =	\$42,2094
20	Total cost of customer being balked per hora =	\$0
21	Total queue space cost per hora =	\$0
22	Total system cost per hora =	\$92,3681
23	Simulation time in hora =	12,0000
24	Starting data collection time in hora =	7,0000
25	Number of observations collected =	82
26	Maximum number of customers in the queue =	4
27	Total simulation CPU time in second =	0,0490

Tabla B.2.5: Resultado de la actuación de la cola durante 12 horas obtenidos por WinQSB

En la tabla B.2.6 hemos traducido los resultados de la actuación de la cola durante 12 horas de modo similar a la que se obtuvo durante la simulación del turno diurno.

1	Llegada del cliente por hora= λ	17 [cl/hr]
2	Tasa de servicio por servidor por hora = μ	29 [cl/hr]
3	Tasa de llegadas eficaces al sistema global por hora	39,1450
4	Tasa de servicio eficaz del sistema global por hora	16,3770
5	Tasa de ocupación del sistema	50.1587 %
6	Numero promedio de camiones en el sistema (L)	0,9327
7	Numero promedio de camiones en la cola (Lq)	0,4311
8	Numero promedio de camiones en la cola para un sistema ocupado (Lb)	0,8595
9	Tiempo promedio que un cliente pasa en el sistema W	0,0571 [horas]
10	Tiempo promedio que un cliente pasa en la cola Wq	0.0263 [horas]
11	Tiempo promedio que un cliente para un sistema ocupado (Wb)	0,0525 [horas]
12	Probabilidad de que todos los servidores estén ociosos (Po)	49,8413%
13	Probabilidad de que un cliente espere a llegar al sistema (Pw o Pb)	50,1587 %
14	Número promedio de camiones que no serán atendidos por el sistema por hora	0
15	Costo total de servidor ocupado por hora	\$ 50,1587
16	Costo total de inactividad del servidor por hora	\$0
17	Costo total de camiones esperando por hora	\$0
18	Costo total de camiones atendida por hora	\$ 42,2094
19	Costo total de los camiones que no son atendidos	\$ 0
20	Costo total de capacidad de cola por hora	\$ 0
21	Coste total del sistema por horas	\$ 92,3681
23	Tiempo de simulación en horas	12
24	Iniciar recolección de datos en el tiempo	7
25	Numero de observaciones realizadas	8
25	Número máximo de camiones en la cola	4
26	Tiempo total de simulación en el CPU	0,0490

Tabla B.2.6: Resultado de la actuación de la cola durante 12 horas traducido

En la tabla B.2.7 veremos las probabilidades estimadas para 10 clientes

02-24-2009 20:34:00 n	Estimated Probability of n Customers in the System	Cumulative Probability
0	0,4984	0,4984
1	0,2600	0,7584
2	0,1272	0,8856
3	0,0479	0,9335
4	0,0579	0,9914
5	0,0086	1,0000
6	0	1,0000
7	0	1,0000
8	0	1,0000
9	0	1,0000
10	0	1,0000

Tabla B.2.7: Probabilidades estimadas para 10 clientes

Se puede observar que se puede esperar para un tiempo de simulación de 12 horas, **un máximo de 5 camiones** con una probabilidad de casi cero (0.0086).

Análisis de sensibilidad

Select Parameter for Sensitivity Analysis

Select a parameter for analysis

- Number of servers
- Service rate (μ)
- Service pressure coefficient
- Arrival rate (λ)
- Arrival discourage coefficient
- Batch (bulk) size
- Queue capacity
- Customer population
- Busy server cost per hora
- Idle server cost per hora
- Customer waiting cost per hora
- Customer being served cost per hora
- Cost of customer being balked
- Unit queue capacity cost

Number of servers

1

Specify either approximation or simulation for solution if no close form formula is available.

Solution Method

☒ Approximation by G/G/s

☐ Monte Carlo Simulation

Start from 1

End at 2

Step 1

OK Cancel Help

Figura B.2.2: Datos ingresados para realizar Análisis de Sensibilidad

Si realizamos un análisis de sensibilidad, seleccionando como parámetro de análisis al número de servidores, haciendo que ésta cambie de 1 a 2 con un paso de 1, utilizando el modelo de aproximación G/G/s en caso de no existir una formula para este modelo, podremos ver de qué manera reacciona el sistema:

Sensitivity Analysis of Number of servers for Carguio Nocturno											
02-24-2009 Value	Effective Arrival Rate	System Utilization	L	Lq	Lb	W	Wq	Wb	P0	Pw	Average Balked
1	16,8303	0,5804	1,3035	0,7232	1,2461	0,0775	0,0430	0,0740	0,4196	0,5804	0,1697
2	16,9990	0,2931	0,6411	0,0549	0,4133	0,0377	0,0032	0,0243	0,5467	0,1329	0,0010

Busy Server Cost	Idle Server Cost	Waiting Customer Cost	Served Customer Cost	Balked Customer Cost	Queue Capacity Cost	TOTAL COST
58,0355	0	0	20,3124	0	0	78,3479
58,6172	0	0	20,5160	0	0	79,1332

Tabla B.2.8: Modelo de aproximación

Podemos observar claramente de que a medida que se incrementa el número de servidores (1-2), los costos totales van aumentando, pudiéndose notar que con 1 servidor se tiene el costo mínimo (783479), Podemos ver el gráfico del análisis de sensibilidad del costo total, en función del número de servidores:

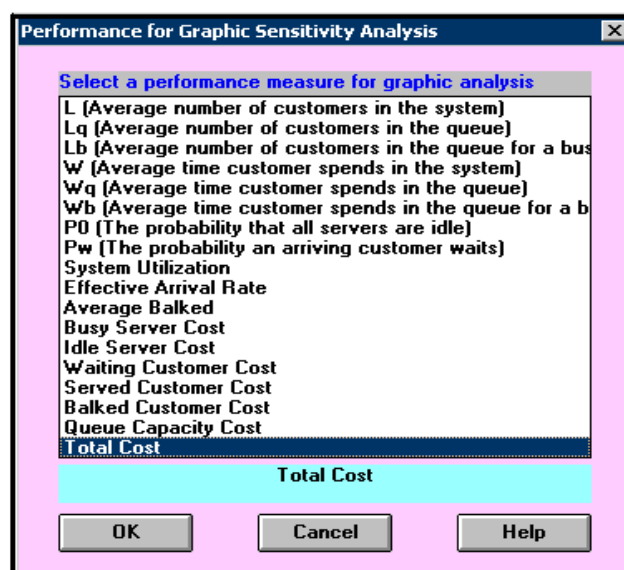


Figura B.2.3 Selección de análisis de sensibilidad para los costos

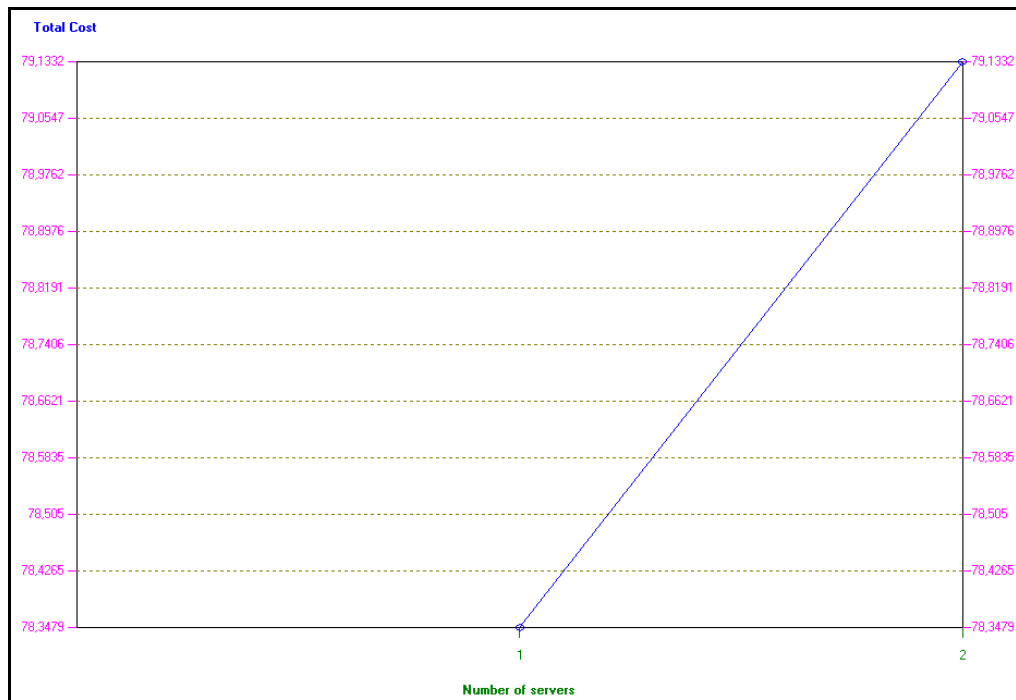


Figura B.2.4: Gráfico del Análisis de sensibilidad

Por lo que la respuesta del **número de servidores a seleccionar es 1.**

ANEXO C

Casos de Uso para el Módulo Puntos de Control

NOMBRE:	Entrar a cola.
DESCRIPCION:	El camión entra a la cola y se registra la hora.
ACTOR:	Usuario Final, es el camión que se identifica con una tarjeta RFID.
PRECONDICIONES:	Cada camión posee una tarjeta RFID con información para su identificación.
FLUJO NORMAL:	
Usuario Final	Sistema
1. Ingresa a cola.	
2. Registra hora de acceso.	3. Almacena identificación y hora de acceso.

NOMBRE:	Entrar a zona de carguío.
DESCRIPCION:	El camión entra a carguío y se registra la hora.
ACTOR:	Usuario Final, es el camión que se identifica con una tarjeta RFID.
PRECONDICIONES:	El camión debe de haber pasado por el punto de control en la cola.
FLUJO NORMAL:	
Usuario Final	Sistema
1. Ingresa a carguío.	
2. Registra hora de acceso.	3. Almacena identificación y hora de acceso.

NOMBRE: Salir de la zona de carguío.

DESCRIPCION: El camión sale de carguío y se registra la hora.

ACTOR: Usuario Final, es el camión que se identifica con una tarjeta RFID.

PRECONDICIONES: El camión debe de haber pasado por el punto de control en la entrada a carguío.

FLUJO NORMAL:

Usuario Final	Sistema
1. Ingresa a carguío.	
2. Registra hora de acceso.	3. Almacena identificación y hora de acceso.

ANEXO D

Casos de Uso para el Módulo Administrativo

NOMBRE: Autenticación de usuario administrativo.	
DESCRIPCION: El usuario debe de logearse para ser autenticado por el sistema.	
ACTOR: Usuario Administrativo.	
PRECONDICIONES: Usuario ha sido previamente creado, el master crea a los administradores.	
FLUJO NORMAL:	
Usuario Administrativo	Sistema
1. Accede a página de logeo.	
2. Ingresa usuario y contraseña.	3. Valida información.
	4. Autentifica usuario.
	5. Muestra menú de opciones según nivel de acceso.
EXTENSIONES:	
2a. Si uno de los campos no es correcto aparece mensaje de error pidiendo que se llenen los campos nuevamente.	

NOMBRE:	Crear usuario.
DESCRIPCION:	Un usuario administrativo puede ser master o administrador y sólo podrá crear usuarios de menor nivel. Este caso de uso aplica para ambos tipo de usuarios administrativos.
ACTOR:	Usuario Administrativo
PRECONDICIONES:	Se ha desarrollado el caso de uso “Autenticación de usuario administrativo” exitosamente.
FLUJO NORMAL:	
Usuario Administrativo	Sistema
1. Ingresar a Gestión de usuarios.	
2. Accede a Registrar usuarios.	3. Almacena nuevo usuario.

NOMBRE:	Modificar usuario.
DESCRIPCION:	El usuario administrativo puede modificar cualquier dato de un usuario de menor nivel.
ACTOR:	Usuario Administrativo.
PRECONDICIONES:	Se ha desarrollado el caso de uso “Autenticación de usuario administrativo” exitosamente.
FLUJO NORMAL:	
Usuario Administrativo	Sistema
1. Ingresar a Gestión de Usuarios.	
2. Accede a Editar usuarios.	
3. Modifica los datos deseados y manda a guardarlos.	4. Almacena los nuevos datos.

NOMBRE:	Eliminar usuario.
DESCRIPCION:	El usuario administrativo puede eliminar a un usuario de menor nivel.
ACTOR:	Usuario Administrativo.
PRECONDICIONES:	Se ha desarrollado el caso de uso “Autenticación de usuario administrativo” exitosamente.
FLUJO NORMAL:	
Usuario Administrativo	Sistema
1. Ingresa a Gestión de Usuarios.	
2. Accede a Borrar usuarios.	3. Elimina usuario de la base de datos.

NOMBRE:	Procesar datos.
DESCRIPCION:	El usuario administrativo procesará los datos correspondientes a una jornada de trabajo, esta información está almacenados en forma de archivos.
ACTOR:	Usuario Administrativo.
PRECONDICIONES:	Se ha desarrollado el caso de uso “Autenticación de usuario administrativo” exitosamente.
FLUJO NORMAL:	
Usuario Administrativo	Sistema
1. Ingresa a Procesar Datos.	
2.Selecciona archivo.	3. Procesa información.

NOMBRE:	Generar reporte.
DESCRIPCION:	La información guardada en el sistema sobre el control de accesos en una jornada de trabajo dará origen a reportes.
ACTOR:	Usuario Administrativo.
PRECONDICIONES:	Se ha desarrollado el caso de uso “Autenticación de usuario administrativo” exitosamente.
FLUJO NORMAL:	
Usuario Administrativo	Sistema
1. Ingres a Generar reportes.	.
2. Selecciona información	3. Genera reporte.
	4. Actualiza información de la pantalla Generar reporte.

NOMBRE:	Realizar comparación.
DESCRIPCION:	Los reportes generados podrán ser comparados de acuerdo a fecha, turno e intervalo de tiempo.
ACTOR:	Usuario Administrativo.
PRECONDICIONES:	Se ha desarrollado el caso de uso “Autenticación de usuario administrativo” y “Generación de Reportes”.
FLUJO NORMAL:	
Usuario Administrativo	Sistema
1. Ingres a Gestión de Usuarios.	
2. Accede a Editar usuarios.	
3. Modifica los datos deseados y manda a guardarlos.	4. Almacena los nuevos datos

